TRATER Press

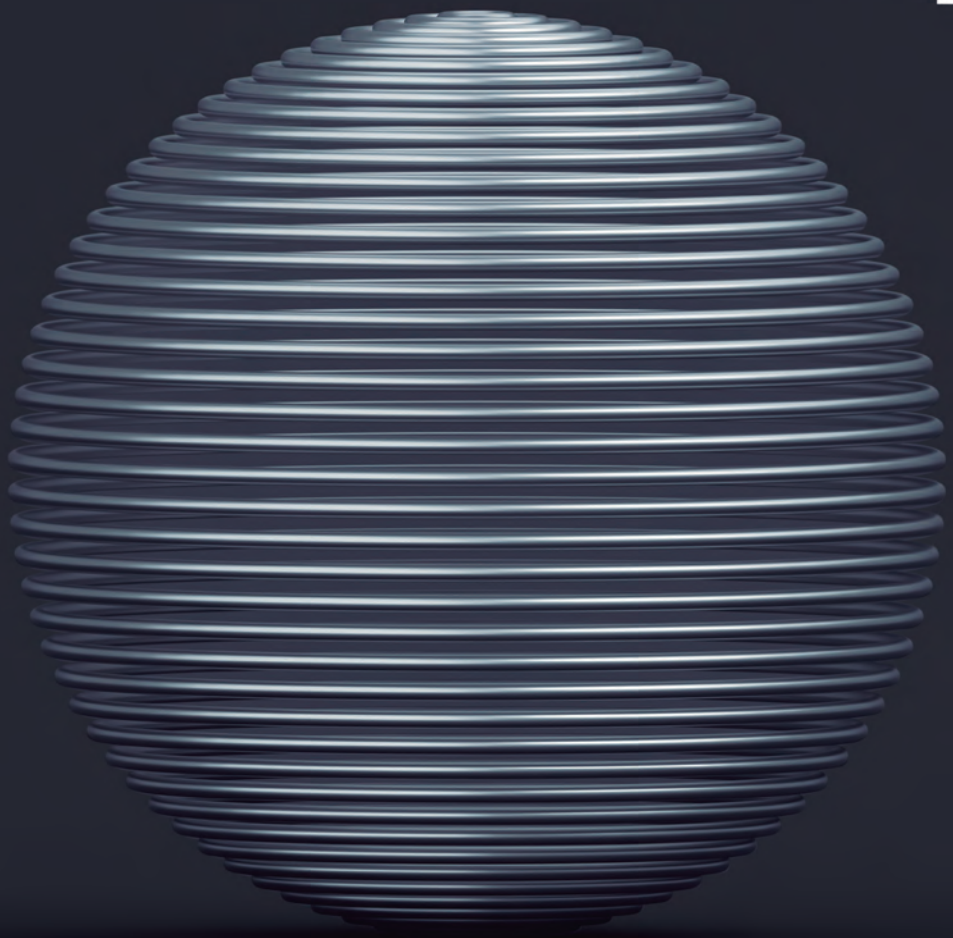
DICIEMBRE 2019 • Nº 74

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es

KNOW THE FUTURE

LA TECNOLOGÍA
QUE CAMBIARÁ
EL MUNDO



31BIEMH
YOU MAKE IT BIG

Bilbao-Spain,
25-29 mayo 2020

Colaboran:

Euskadi, bien común
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN ETA AZPIEGITURA SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURAS

AiMHE
ASOCIACIÓN DE IMPORTADORES DE MÁQUINA - HERRAMIENTA

Organizan:

AFM Advanced Manufacturing Technologies
www.afm.es

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

Nuestra Portada

Ingeniería y Productos para Hornos

Resistencias para hornos eléctricos.
Reguladores de potencia a tiristores.
Equipos de control de atmósferas.
Quemadores auto recuperativos.
Hornos de Tratamiento y Laboratorio.
Mantenimiento de Hornos.

Igeniería Térmica Bilbao, SL
Iberre 1 M5 Sondika Vizcaya - Spain
Tel +34 944 535 078 Fax +34 944 535 145
Email: bilbao@interbil.es
www.interbil.es

Tecnología en Procesos térmicos

Sistema FLOX, de combustión sin llama.
Innovación en auto recuperación.
Nuevo recuperador con intercambiador de tubos hasta el 85% de eficiencia.
Servicio técnico y de repuestos global.
Quemadores directos o con tubo radiante.

Wärmeprozesstechnik GMBH WS
D71272 Renningen Alemania
Tel +49 7159 1632-0 Fax +49 7159 2738
Email: ws@flox.com
www.flox.com

Sumario • Diciembre 2019 - Nº 74

Información

- Fórum de ARCAS - *Por Juan Martínez Arcas* **4**
- Nuevos materiales para el almacenamiento de energía térmica **6**
- Industry Tools by Ferroforma 2021 comienza a rodar con la celebración del primer comité de trabajo en BEC **8**
- Motul abre en España una nueva división de negocio, especializada en lubricantes industriales **10**
- Shape Corp. gana el Swedish Steel Prize 2019 **12**
- Coyuntura del metal - *Por Confemetal* **14**
- Medio Ambiente y Competitividad: Un equilibrio necesario - *Por Confemetal* **18**
- CL/PLUS/EX – Extractores en línea para conductos rectangulares **20**
- Resolución de problemas y Prevención de Agrietamiento en Temple por Inducción de Aceros: Lecciones aprendidas (Parte 2-1) - *Por Gary Doyon, Dr. Valery Rudnev, Randall Minnick y Tim Boussie. Traducido por Eugenio Pardo* **21**
- Andalucía se mantiene como segunda comunidad aeronáutica, con un aumento de las exportaciones del 4,2% en 2019 y casi 2.000 millones **26**
- Avances en la industria de tratamiento térmico. Reflexiones del IV Fórum Técnico de Tratamiento Térmico – TRATER Day 2019 - *Por Instituto de Fundición TABIRA* **28**
- GHI inaugurará en Sidenor Basauri dos líneas para tratamiento térmico de barras de acero, de 130 m de longitud, alta flexibilidad y conectividad 4.0 **35**
- AEROTRENDS, el Congreso de Tendencias en Aeronáutica y Espacio, vuelve con la mirada puesta en el futuro **36**
- Algunas consideraciones sobre los aceros de construcción mecánica destinados a la industria automovilística. Aceros para deformación y conformación en frío, aceros al boro para tornillería (Parte VIII-1) - *Por Manuel Antonio Martínez Baena* **39**

Guía de compras **47**

Índice de Anunciantes **50**

Síguenos en

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

PEDECA PRESS PUBLICACIONES
Goya, 20, 1º - 28001 Madrid
Teléfono: 917 817 776
www.pedeca.es • pedeca@pedeca.es

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

Diseño y Maquetación: José González Otero
Creatividad: DELEY
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

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, 1º - 28001 Madrid

Teléfono: 917 817 776

E-mail: pedeca@pedeca.es

Tanto preguntas como respuestas irán publicadas en sucesivos números de la revista por orden de llegada, gracias a la activa colaboración de D. Juan Martínez Arcas.

Seguimos con la matriz de Cuba, ya que ha provocado varias preguntas sobre temas diversos que intentaré aclarar.

Con respecto al capítulo "Deformaciones" de gran importancia como sabemos y que determinaría el éxito o fracaso de una herramienta y máxime en el caso que nos ocupa, matriz de gran dimensión, diseño complicado y propicia a sufrir pequeñas o grandes alteraciones en sus medidas que podrían inutilizar la misma.

En el siguiente esquema que complementaría al cuadro del número anterior (revista nº 73) veremos cinco factores predominantes y que bien aplicados, pueden ser la causa del éxito y en su caso contrario el fracaso o bajo rendimiento del conjunto matriz.

Factores determinantes del éxito o fracaso de una herramienta (moldes y matrices).

- ***Elección adecuada del acero.***
  - Pliego de condiciones.
  - Recepción de materia prima.
- ***Buen diseño.***
  - Tener en cuenta el factor metalúrgico.
- ***Buena fabricación.***
  - Atención tensiones y su eliminación.
- ***Buen y adecuado T.T.***
  - Elección adecuada del proceso T.T. en función del acero, dureza y condiciones de servicio del útil.
- ***Buen servicio y mantenimiento.***
  - Revenidos distensionantes "siesta del acero".

La elección adecuada del acero es el primer paso que obliga la herramienta a diseñar y teniendo en cuenta las condiciones de trabajo, tratamiento térmico elegido y en qué medio (sales, vacío, etc.).

A la hora de pedir el acero a nuestro suministrador es muy importante que exista una estrecha colaboración en la confección del pliego de condiciones y que a su vez aplicaremos en la recepción del pedido.

Al diseño le dicaremos el siguiente número de TRATER Press, junto al de Deformaciones.

La buena y correcta utilización de la herramienta nos lo premia con una mayor vida útil de la misma y por tanto mejor rentabilidad.

En la operaciones de mantenimiento hemos de actuar con ciertas precauciones, sobre todo si se han aplicado soldaduras, rectificados, etc., realizando la operación que siempre he denominado "siesta del acero" y como tal alivia las tensiones sufridas por la herramienta durante un determinado tiempo en su trabajo y consiste en calentar en un medio apropiado no oxidante a la temperatura de menos 25 °C a la del último revenido, entre 2 y 4 horas a tª con enfriamiento al aire. En el caso que nos ocupa (matriz compleja fabricada con el acero 1.2379) se recomendaría utilizar para este TT un horno de vacío con recirculación de gas nitrógeno.

Como decíamos seguiremos con el capítulo "Deformaciones y/o modificación de volumen".

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

publadk

Nuevos materiales para el almacenamiento de energía térmica

Ante la necesidad de almacenar la energía térmica de una manera eficiente, estable y con costes bajos, el centro de investigación en almacenamiento de energía CIC energiGUNE y el centro tecnológico IK4-TEKNIKER colaboran en la generación de una patente, en el marco de una tesis doctoral compartida, basada en el desarrollo de nuevos materiales para almacenar energía térmica.

En concreto, la investigación realizada entre ambos centros vascos ha concluido con una patente que permite desarrollar óxidos mixtos en base cobalto y níquel que, mediante reacciones RedOx, almacenan o liberan energía en forma de calor en función de las necesidades de cada momento.

Según demuestran estudios previos, una de las formas más eficaces de almacenar energía térmica es mediante reacciones químicas. En este sentido, las reacciones RedOx son las más prometedoras por la alta densidad energética que son capaces de gestionar, así como por la nulidad de pérdidas energéticas y la posibilidad de ser transportados los materiales y, por tanto, la energía.

El óxido de cobalto, por su lado, es el material más empleado en esta tecnología, ya que puede ser empleado para almacenar energía en procesos de muy alta temperatura (900 ºC).

La singularidad de estos materiales, óxidos mixtos en base cobalto y níquel, es que la temperatura de reacción se puede ajustar y modular dependiendo de la cantidad de níquel que se introduzca en la red de óxido de cobalto, cubriendo un rango de temperaturas desde 700 a 850 ºC.

Fuentes energéticas reutilizables

Gracias a esta investigación se podrá almacenar energía térmica proveniente de fuentes naturales como el sol o el aprovechamiento del calor residual de diferentes procesos químicos a altas temperaturas. De este modo, se evitarán grandes pérdidas energéticas y podrán ser, además, recuperadas y reutilizadas fuera de esa actividad industrial o en otro punto del proceso donde se necesite una fuente energética.

Así, los nuevos materiales desarrollados a través de la patente se podrán utilizar como medio de almacenamiento energético en las centrales solares CSP o en actividades industriales que conlleven procesos a alta temperatura, como puede ser, por ejemplo, una acería.

BATALHA / PORTUGAL

3D ADDITIVE EXPO

Feria Internacional de fabricación aditiva
y impresión 3D

19 - 21 MARZO **2020**

PARA MAIS INFORMAÇÃO / FOR MORE INFORMATION:

rogeriohenriques@exposalao.pt 00 351 914 924 726
carlapereira@exposalao.pt 00 351 244 769 492

organização: EXPOSALÃO

Industry Tools by Ferroforma 2021 comienza a rodar con la celebración del primer comité de trabajo en BEC

Las líneas estratégicas de Industry Tools by Ferroforma 2021 ya están sobre la mesa, después de que se haya celebrado el primer comité de trabajo con representación de las principales empresas del sector ferretero y el suministro industrial, así como de la dirección de Bilbao Exhibition Centre. El encuentro ha servido para analizar el resultado de la primera edición de Industry Tools by Ferroforma de este año, en la que éste se posicionaba como certamen de productos y herramientas de uso industrial, integrado en la gran plataforma +Industry –siete ferias coincidentes en tiempo y espacio–.

La principal conclusión obtenida en este grupo es la importancia de seguir la senda iniciada en la edición de 2019, con perspectiva, para continuar ahondando en el nuevo enfoque, los nuevos sectores y el crecimiento internacional en Industry Tools by Ferroforma, además del refuerzo de elementos sinérgicos dentro de la marca global. En la encuesta de satisfacción, los expositores otorgaron 75 puntos sobre 100 a su valoración del nivel de interés de los visitantes de la muestra, mientras que éstos concedieron la misma puntuación a la calidad de la exposición.

El balance en cifras de Industry Tools by Ferroforma recoge un total de 357 firmas expositoras participantes, 138 invitados VIP de 26 países y 19.534 personas visitando las siete ferias enmarcadas en +Industry.

La exposición se repartió entre empresas de suministros industriales y de construcción, cerrajería, herramienta manual, electro portátil y para madera, ferretería, fijaciones y servicios, además de elevaciones, manipulación, transporte y logística, protección laboral y limpieza industrial.

El comité de trabajo de Industry Tools by Ferroforma está compuesto por representantes de empresas y asociaciones como ESKUIN, COMAFE, AFEB, EGA MASTER, ASEPAL, CECOFERSA, AFEF-ARVET, JAZ e IMCOINSA, así como representantes de Bilbao Exhibition Centre.

Industry Tools by Ferroforma celebrará su segunda edición del 1 al 3 de junio de 2021.

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PUEDE DESCARGAR TODOS LOS NÚMEROS GRATUITAMENTE EN:

WWW.PEDECA.ES

Si nos envía un email a pedeca@pedeca.es le añadimos en el correo de distribución cada vez que se edite un nuevo número

PEDECA *Press* Publicaciones

SOMOS SU MEDIO

C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

Motul abre en España una nueva división de negocio, especializada en lubricantes industriales

Motul, marca líder en la formulación, producción y distribución de lubricantes de alta tecnología para la automoción y la industria, abre en España MotulTech, su división centrada en el desarrollo, fabricación y comercialización de lubricantes industriales de alto valor añadido. Con esta nueva área, la compañía francesa refuerza su compromiso con el territorio nacional, diversificando su negocio para ofrecer lubricantes de alta gama para todo tipo de maquinaria en la industria, dando cobertura a sectores como la automoción, la alimentación o la construcción.

Con una destacada experiencia a nivel internacional, MotulTech llega a España con el objetivo de convertirse en un proveedor referente de la industria nacional. Para ello, la división desarrolla aceites para el mecanizado, la transformación de metales y la lubricación de alto rendimiento de equipos industriales, que muestran la capacidad de adaptarse a las necesidades de los diferentes centros de producción.

Motul Ibérica diversifica su gama de productos y potencia una nueva línea de negocio en nuestro país, que ya cuenta con un amplio recorrido en países como Francia o Alemania. Como muestra de este compromiso, recientemente se ha incorporado a Yannis Ben Mahmoud como director de Desarrollo de Negocio de MotulTech, un experto en el sector de los lubricantes industriales, con una larga trayectoria en compañías de la misma área, que liderará la división en España y fortalecerá su presencia en todo el territorio.

El propio Yannis Ben Mahmoud, reconoce que: "El sector industrial español es muy potente, pero a la vez diverso. Se producen materias de distinta índole, por lo que las maquinarias que se emplean son diferentes y los aceites y lubricantes deben cumplir requerimientos muy específicos. En MotulTech producimos productos especializados, hechos a medida según las necesidades de cada fábrica y máquina, brindando además, un servicio de seguimiento continuo por parte de nuestro equipo técnico. En ese sentido, buscamos dar una solución completa al cliente y de la mejor calidad para aportarle valor añadido".

En este momento, la compañía está desarrollando una importante red de distribución en regiones clave. En tan solo unos meses, MotulTech ya cuenta con presencia en Catalunya, Galicia, Madrid, Levante y País Vasco, con un equipo de personal técnico altamente cualificado que se amolda a las necesidades de cada cliente. Motul también se ha marcado Andalucía y Portugal como próximos objetivos.

Alto componente en I+D con una firme apuesta por la seguridad y sostenibilidad

MotulTech nació hace más de 20 años en Francia con un claro objetivo: aprovechar el know-how de más de 150 años como especialista en lubricantes de alta tecnología para la industria. Esta división tiene presencia en múltiples países de todo el mundo a través de sus productos y servicios, así como de producción e I+D y se ha convertido en un relevante actor de los lubricantes para la industria a nivel internacional.

La innovación es el motor de MotulTech que se nutre a través de los centros de desarrollo de la compañía en Francia y Japón. Estas instalaciones de I+D desarrollan continuamente nuevos productos que buscan mejorar

las prestaciones de la gama. En este sentido, existen dos aspectos fundamentales en los que la división tiene el foco puesto; la salud y seguridad de los operarios que trabajan con los lubricantes en las fábricas y el cuidado del medioambiente.

Para ello, MotulTech investiga en sus laboratorios nuevas fórmulas con las que crear productos que tengan las mismas prestaciones, pero que contengan distintos tipos de bases, como son las vegetales o las acuosas y así ocasionar un menor impacto medio ambiental. Desde 2007, la división forma parte del proyecto europeo Ibiolab, un programa comunitario de promoción del medio ambiente, donde se trabaja con materiales producidos a base de materias primas renovables, consiguiéndose productos biodegradables y no tóxicos para el medio ambiente y la salud humana.

Asimismo, el personal técnico de MotulTech también dedica grandes esfuerzos a la formación de los clientes. Uno de los pilares fundamentales para la correcta manipulación de estos productos especializados es saber de qué forma se deben utilizar. De esta forma, el personal de la división imparte cursos sobre nuevos productos, tecnologías, prevención y seguridad, con tal de concienciar a los trabajadores de la importancia de un buen uso de estos artículos en las líneas de producción.

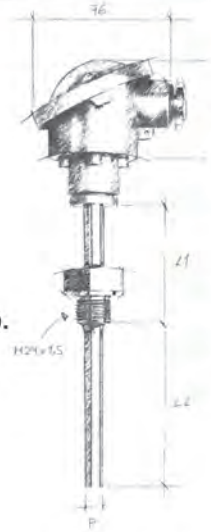
MotulTech en MetalMadrid

En su apuesta por el mercado español, MotulTech estuvo presente durante los días 27 y 28 de noviembre en MetalMadrid, la feria líder en innovación industrial del metal donde se presentan los últimos adelantos y novedades para la industria.

A su vez, durante el pasado mes de septiembre, concretamente desde el 16 al 21 de ese mes, MotulTech participó en el EMO de Hannover, la feria mundial dedicada al sector de la metalurgia que contó con más de 2.100 expositores y empresas de 47 países diferentes.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

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



LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

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

SCI Suministro y Calibracion Industrial s.l.

www.sciempresa.com

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

Shape Corp. gana el Swedish Steel Prize 2019

El ganador del 20º International Swedish Steel Prize es Shape Corp. de los Estados Unidos. El premio se concede por el uso innovador del acero martensítico en un tubo formado en 3D para aplicaciones de rieles de techo de automóviles.

"Con gran habilidad, Shape Corp. ha mostrado el camino hacia el futuro y ha tenido éxito en la utilización eficiente de un material moderno, con el más alto nivel de resistencia posible. Esto muestra una gran oportunidad para desafiar a otros materiales ligeros, con una solución de acero que permite flujos circulares de material", afirma Eva Petursson, presidenta del jurado del Swedish Steel Prize y responsable de la investigación e innovación de SSAB.

El proceso de fabricación rentable y robusto de Shape Corp. para tubos de forma 3D, hizo posible utilizar el

acero martensítico de conformación en frío Docol® 1700M, de SSAB, para una solución única y ligera para tubos de rieles de techo y pilares A, con un tamaño de perfil mínimo. Los componentes pronto se implementarán en varios vehículos Ford, incluyendo el Ford Explorer 2020 y el Ford Escape 2020.

Gracias al conformado en 3D, en lugar de hidroconformado, Shape Corp. ha conseguido crear perfiles más pequeños que las soluciones tradicionales, lo que permite una mejor visibilidad del conductor, más espacio interior y un mejor empaquetado de los airbags.

Los pilares A formados en 3D también tienen una relación resistencia/peso mejorada de más del 50 por ciento, lo que ha llevado a una reducción de masa global de 2,8 a 4,5 kg por vehículo.

La tecnología altamente innovadora de Shape Corp. y el uso del acero han demostrado ser viables dentro de la industria automotriz global y representan un gran salto adelante, tanto en la seguridad del automóvil como en el diseño del mismo.

El Swedish Steel Prize, que este año celebra su vigésimo

aniversario, reconoce la buena ingeniería, la cooperación y las innovaciones en el sector del acero que conducen a un mundo mejor y más sostenible. El ganador recibe un diploma, una estatuilla del escultor Jörg Jeschke y una intensa exposición mediática. Junto con el Swedish Steel Prize 2019, SSAB hará una donación de 100.000 coronas suecas a UNICEF en apoyo de sus esfuerzos por proporcionar educación de calidad y oportunidades de educación a los niños, niñas y adolescentes de todo el mundo.

Los otros finalistas fueron Austin Engineering de Australia, Kampag de Brasil y Roofit.solar de Estonia.

Coyuntura del metal

Por Confemetal

Actividad Productiva

La producción industrial de Metal, medida con el Índice de Producción del Metal (IPIMET) corregido de efecto calendario anota en el mes de agosto un repunte del 2,2% respecto al mismo mes del año anterior, tras la caída del 1,8% registrado en el mes anterior; en la serie original disminuyó un 2,1% en agosto, tres puntos menos que la tasa registrada en el mes anterior (0,9%).

En el segundo trimestre del año, se registra un incremento del 0,7% en la serie corregida de calendario

INDICADORES DE ACTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DEL METAL

Tasas de Variación. Índices Base 2015=100

% sobre mismo período del año anterior	% variación - Índices de Producción			% variación - Índices de Cifra de Negocios			% variación - Índices de Entrada de Pedidos		
	ago-19	jul-19	ENE-AGO 19	ago-19	jul-19	ENE-AGO 19	ago-19	jul-19	ENE-AGO 19
24. Metalurgia, fab. productos acero, acero y ferroaleaciones	-8,9	-2,7	-4,1	-9,9	-8,3	-5,3	-11,9	-9,5	-7,2
25. Fab. prod.metálicos exepto maquinaria y equipo	1,8	3,0	4,7	1,5	0,1	3,1	3,2	0,8	3,4
26. Fab. prod. informáticos, electrónicos y ópticos	16,2	9,9	8,7	14,0	9,4	6,1	12,9	8,4	5,6
27. Fabricación de material y equipo eléctrico	1,3	-4,2	-3,0	0,1	-6,1	4,3	22,0	23,0	5,6
28. Fab. de maquinaria y equipo n.c.o.p. (*)	-3,8	-7,2	-1,0	0,6	-1,3	0,0	-7,1	-1,0	2,9
29. Fab. vehículos de motor, remolques y semirremolques	15,3	-3,2	-0,8	3,9	-0,4	-4,3	-7,9	-6,5	-6,7
30. Fabricación de otro material de transporte	1,7	0,1	4,2	0,4	10,9	13,0	-9,9	29,7	72,7
33. Reparación e instalación de maquinaria y equipo	1,3	-4,7	0,5	4,4	14,9	9,0	9,7	8,7	17,7
Industria del Metal	**2,2**	**-1,8**	**0,8**	**1,0**	**0,8**	**1,4**	**-1,0**	**2,2**	**6,3**

(*) n.c.o.p.= no clasificado en otra parte. - Fuentes: INE y Confemetal

(3,8% en 2018), y un -2,3% en la serie original (6,6% en 2018).

En el acumulado en el año se registra un incremento del 0,8% en la serie corregida de calendario (3,8% en 2018), y un -0,1% en la serie original (3,4% en 2018).

Por ramas de actividad, en el mes de agosto cabe anotar en la serie corregida de efecto calendario el buen comportamiento de la fabricación de los productos informáticos, electrónicos y ópticos, y de productos metálicos, que contrasta con el registro negativo de la metalurgia y fabricación de productos del hierro, acero y ferroaleaciones.

El Índice de Cifra de Negocios de la Industria del Metal (ICNMET) corregido de efecto calendario, que mide la evolución de la demanda actual y la facturación, aumentó en agosto un 1% (provisional), tras la tase de variación del -0,8% de julio.

En el acumulado del año, se anota una tasa de variación positiva del 1,4% (6% en 2018). La evolución de la cifra de negocios, según las ramas de actividad del Metal en el mes de agosto, ha sido especialmente positiva en la rama de fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos, y negativa en la metalurgia, fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones.

El Índice de Entrada de Pedidos de la Industria del Metal (IEPMET) corregido de efecto calendario, que mide la evolución de la demanda futura, experimentó un decremento en agosto del 1% (provisional), tras el aumento del 2,2% registrado en julio, acumulando en lo que va de año, un incremento del 6,3% (4,9% en 2018). La evolución de la entrada de pedidos en el mes de agosto ha sido muy positiva en la rama de fabricación de material y equipo eléctrico. Sin embargo, por el signo contrario, la metalurgia, fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones, y la fabricación de otro material de transporte.

Comercio Exterior

Las exportaciones del Sector del Metal en agosto bajaron un 8,6% en comparación al mismo mes del año anterior, frente a la tasa positiva registrada en julio, un 4,4%. En el acumulado del año 2019, se incrementaron un 0,4%, en comparación al mismo periodo del año anterior.

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS MEDIOS (1) - PRODUCTOS SIDERÚRGICOS
(Índice Base Octubre 2003 = 100)

AÑO 2019	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
- Perfiles estructurales (HEB)	148	145	144	139	140	140
- Perfiles comerciales (angulares)	145	147	148	144	139	136
- Corrugado	151	147	147	147	143	141
- Chapa laminado frío	158	158	129	153	149	149
- Chapa laminado caliente	168	168	205	162	161	161
- Chapa galvanizada	153	153	153	151	150	150
- Tubos decapados	136	139	136	134	131	131

(1) Estos datos deben tomarse como un índice de tendencia, en ningún caso como referencia firme de precios. Fuente: UAHE

ÍNDICE DEL PRECIO PARA EL ACERO CORRUGADO

Índice Base enero 2014 = 100	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
INDICE	106,39	103,87	100,45	100,27	97,89	92,69
% var. con respecto al mes anterior	-0,08%	-2,37%	-3,29%	-0,18%	-2,37%	-5,31%
% variación con respecto al mismo mes del año anterior	0,13%	-1,18%	-6,27%	-8,19%	-10,39%	-13,98%

Fuente: Cámara de Comercio de España

Por su parte, las importaciones del Metal aumentaron en agosto un 5%, frente a un 1% en julio, con lo que en año acumulado del año se registra un incremento de un 1,8%.

La diferencia de exportaciones e importaciones da como resultado en agosto un saldo comercial negativo de -1.504 millones, acumulando en el año del año un déficit de -6.958 millones (-5.734 en 2018).

Por tipos de bienes y para el periodo de enero-agosto, las exportaciones de metales comunes y sus manufacturas has disminuido un 2,7%, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico suben un 1,9%, las de material de transporte, suben un 0,7% y las de instrumentos mecánicos de precisión suben un 4,6%.

Asimismo, las importaciones de metales comunes y sus manufacturas caen un 0,3%, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico suben, un 5,5%, las de material de transporte bajan un 1,6%, y las de instrumentos mecánicos de precisión suben un 2,5%.

Mercado Laboral

El número de afiliados a la Seguridad Social en la Industria del Metal alcanzó en el pasado mes de septiembre la cifra de 782.128 personas, lo que supone 2.285 personas más con respecto al mes anterior, y 10.933 más que en el mismo mes del año anterior.

En términos relativos, se anota un incremento del 1,4% interanual, dos décimas más que el registrado en agosto.

En el segundo trimestre del año se anota un crecimiento interanual del 1,3%, frente al 1,6% del trimestre anterior, y frente al 4,2% anotado en el mismo trimestre del año anterior.

Se alcanza un promedio anual de 779.042 afiliados, un 1,4% superior al crecimiento registrado en el mismo periodo del año anterior (4% en 2018).

Según la EPA, el número de ocupados en la Industria del Metal (divisiones CNAE 2009 del 24 al 30 y el 33) alcanzó la cifra de 1.024.700 en el tercer trimestre de 2019, lo que supone una caída del 0,3% respecto al mismo trimestre del año anterior y 2.900 empleos menos que un año antes, y 24.000 empleos más que en el trimestre anterior.

El número de parados EPA en la Industria del Metal en el

tercer trimestre de 2019 alcanzó la cifra de 45.100 personas, lo que supone una disminución del 5,8% en comparación al mismo trimestre del año anterior, alcanzándose en la media de año 2019 un total de 49.700 personas desempleadas de media en toda la Industria del Metal, lo que supone un aumento del 1,8% con respecto al año anterior.

La población activa se mantiene por encima del millón de personas (1.069.800), un 0,5% menos que en el mismo trimestre del año anterior.

La tasa de paro alcanza el 4,2% de la población activa, desde el 4,4% del trimestre anterior.

Evolución del Mercado de Productos de Acero

Productos Siderúrgicos Largos

La información facilitada por la Unión de Almacenistas de Hierros de España (UAHE) se refiere a la evolución de los precios medios de diversos productos siderúrgicos, referidos a un índice base=100.

Este índice se calcula en base a los datos obtenidos en los diez primeros días de cada mes. El índice toma como referencia el precio del producto en el mes de octubre de 2003 al que se le da valor 100.

Precios de Acero Corrugado

La Cámara de Comercio de España elabora mensualmente el Índice de Precios para el Acero Corrugado en España.

En la elaboración de este índice colaboran las empresas del sector, tanto productores de la materia prima, como demandantes.

El Índice Cámaras del Precio para el Acero Corrugado de octubre de 2019 fue 92,69 puntos, lo que supone una variación del -5,31% respecto al dato de septiembre (97,89). Con respecto al mismo mes del año anterior, el Índice de Precios ha disminuido un 13,98%.

Medio Ambiente y Competitividad: Un equilibrio necesario

Por Confemetal

La industria se enfrenta a importantes retos en la actualidad, muchos vinculados a la propia globalización de los mercados y la fuerte competencia internacional, a mercados y hábitos de consumo en constante cambio o a una imparable transformación digital y nuevos modelos de relaciones industriales. Otros, no menos importantes, vendrán de la mano de la ambicionada sostenibilidad medioambiental de las actividades que, sean individuales, como ciudadanos responsables, sean colectivas, en tanto actividades industriales y profesionales, tienen el inaplazable reto de ambicionar los más elevados estándares en su relación con el entorno y en el aprovechamiento de los recursos disponibles.

El medio ambiente es una cuestión de primer orden como bien ha puesto de manifiesto la recientemente constituida Comisión Europea. Con el nombramiento de un Vicepresidente Ejecutivo responsable del denominado Pacto Verde Europeo, el holandés Frans Timmermans, la Comisión hace toda una declaración de principios. Así, fruto de la reciente evaluación de los candidatos por el Parlamento Europeo, hemos podido conocer las primeras pinceladas de la política medioambiental, climática, energética y en materia de transición ecológica que cabe esperar de esta nueva Comisión.

100 días son los que se ha marcado el Vicepresidente Timmermans para presentar el Pacto verde Europeo, del que hemos podido saber incluirá un aumento en los objetivos de reducción de emisiones del 55% para 2030, contemplará la ampliación del sistema de comercio de derechos de emisión, incluyendo el transporte marítimo y más aviación, planteará la posible implantación de un impuesto transfronterizo de carbono, la revisión de la Directiva sobre fiscalidad energética y el lanzamiento de un Plan Europeo de Inversión Sostenible con la creación de un Fondo de Transición Justa y una estrategia de financiación verde, complementando todo ello con una Estrategia para la Biodiversidad a 2030. En el marco de esta nueva Comisión conoceremos además el Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular, que previsiblemente incluirá nuevos retos en la gestión de residuos textiles o de construcción, y en relación con el uso de materiales valiosos.

Todo ello completará un panorama que, en la escena nacional, vendrá marcado por la transposición a derecho interno del paquete legislativo de Economía Circular, o nuevo marco legislativo de residuos, que adoptase la anterior Comisión Europea y que incluye la revisión normativa de la Directiva Marco de Residuos, con la implantación de la Responsabilidad Ampliada del Productor, y de normativas sectoriales en materia de envases y residuos de envases, vertido de residuos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, neumáticos fuera de uso, y pilas, baterías y sus residuos.

El proceso de cambio que todo ello implica es un reto de singular relevancia, por cuanto exige que nuestros gobiernos consideren con igual cuidado medios que metas, y generen el entorno adecuado que permita el necesario cambio, preservando siempre generación de riqueza y empleo en la UE. Por ello, seamos ciudadanos o industrias, nuestra capacidad de adaptación al cambio y la integración en un modelo sostenible (medioambiental, social y económicamente viable) va a depender en gran medida del compromiso facilitador que asuman las administraciones responsables.

Estabilidad regulatoria, previsibilidad y proporcionalidad, son elementos de primer orden a la hora de definir un entorno que posibilite la generación de inversiones y creación de empleo. Por ello, en el contexto actual, debemos afrontar con la debida prudencia cambios regulatorios que no estén basados en criterios de necesidad e impliquen plazos de adaptación amplios, capaces de evitar impactos no deseados en la deslocalización de industrias.

En la nueva etapa que ahora inicia debemos poner más énfasis en la supresión de incoherencias y en completar lagunas existentes en el actual marco normativo, implementando mejor el acervo legislativo en vigor, propor-

cionando orientaciones para la correcta implementación y realizando cuantos estudios de impacto sean precisos para la maximización de los beneficios buscados. Esencial a este respecto es sin duda afrontar la transposición a derecho interno con criterios ambientales proporcionados (evitando el establecimiento de reglamentaciones más complejas o exigentes que dificulten la competitividad de las empresas dentro de la UE) pero a la vez únicos y homogéneos en todo el territorio nacional, evitando distorsiones en nuestro propio mercado interior.

La industria está sin duda comprometida con el aprovechamiento de los recursos y materiales, así como con la transición hacia modelos circulares de negocio y el logro de una economía circular, lo cual podrá ser alcanzado mucho mejor si somos capaces de garantizar mercados eficientes de materias primas secundarias. Para que ello pueda ser una realidad plena deberemos en primera instancia ser capaces de superar limitaciones que todavía subsisten en el mercado interior, en relación con la aplicación efectiva de las figuras de "subproducto" y de "fin de condición de residuo", así como trabajar para generar mercados globales con marcos legislativos y estándares similares más allá de la propia UE.

Asimismo, es prioritario recordar la necesidad de garantizar la colaboración pública y privada para favorecer las inversiones imprescindibles para el tránsito hacia una economía descarbonizada, así como la necesidad de un permanente diálogo y consenso entre las administraciones públicas y los sectores afectados en el proceso de toma de decisiones. El ciudadano es también un elemento esencial en esta ecuación en la que deberemos lograr su compromiso y responsabilización: reduciendo barreras e incrementando incentivos, y mejorando su concienciación y conocimiento del impacto de los hábitos de consumo y ciclo de vida de los materiales.

Por último, pero no por ello menos relevante, debemos recordar la importancia crucial que en mercados como los actuales, de gran competencia entre los operadores, tiene el garantizar no sólo la aplicabilidad de los más exigentes estándares que se establezcan, sino también y simultáneamente la exigibilidad de su cumplimiento a todos los operadores. Vigilancia e inspección de mercado deben ser sin duda elementos esenciales que acompañen, pues nada afecta más a la competitividad de nuestras industrias que la competencia desleal de operadores que no asumen la integración responsable de sus costes medioambientales, mientras se extiende a su alrededor la percepción de que unos pocos asumen el coste ambiental de todos.

CL/PLUS/EC – Extractores en línea para conductos rectangulares

La nueva seria de ventiladores en línea CL/PLUS/EC de Sodeca, ha sido diseñada para ser instalada en espacios reducidos y especialmente en falsos techos o salas reducidas de ventilación.

Un factor importante para tener en cuenta en el momento de la selección de este ventilador es el ahorro energético. El motor eléctrico tipo E.C. Technology de alto rendimiento es un elemento clave para la reducción de consumo eléctrico.

Sodeca los ha diseñado especialmente para una fácil instalación en conducto rectangular y un fácil mantenimiento, gracias a la puerta de inspección abatible y a la turbina a reacción pensada para que la suciedad no se adhiera.

Características:

- Motor E.C. Technology con electrónica integrada.
- Envolvente acústica de 40 mm de espesor, bajo nivel sonoro.
- Puerta de inspección para fácil mantenimiento.
- Facilidad de instalación en cualquier posición.

Resolución de problemas y Prevención de Agrietamiento en Temple por Inducción de Aceros: Lecciones aprendidas (Parte 2-1)

La segunda parte de este artículo dividido en dos, continúa desarrollando el estudio del temple por inducción, proporcionando pautas adicionales para la resolución de problemas y remedios, para minimizar la probabilidad de agrietamiento en la práctica industrial.

Por Gary Doyon, Dr. Valery Rudnev, Randall Minnick y Tim Boussie (Inductoheat Inc., an Inductotherm Group company).
Traducido por Eugenio Pardo (Ondarlan Inductotherm Iberia, an Inductotherm Group company)

Una de las aplicaciones más comunes en el tratamiento térmico por inducción es el temple de aceros, fundiciones y materiales pulvimetalúrgicos, desarrollándose, de esta manera, una mezcla muy atractiva de materiales y propiedades para la ingeniería [1]. En algunas aplicaciones se puede desear la obtención de una combinación de dureza, resistencia a la abrasión y resistencia al contacto-fatiga en la superficie o en áreas subsuperficiales, sin afectar a la microestructura del núcleo (por ejemplo el temple de engranajes o ejes).

En otras ocasiones se puede necesitar un endurecimiento y aumento de la resistencia en toda la sección de la pieza, y la inducción internamente puede ayudar a cumplir con las características deseadas y demandadas por la industria.

Existen miles de máquinas de temple por inducción, las cuales producen millones de piezas que se suministran a diferentes segmentos industriales. Entre los componentes que, de una manera rutinaria, se someten a temple por inducción (IH), están los cigüeñales, árboles de levas, ruedas de espigas, ejes de transmisión, rodamientos, ruedas dentadas, ruedas de huso, engranajes, elementos de ajuste, herramientas de mano, piezas de excavadoras –la lista es prácticamente interminable–.

Por ejemplo, la Figura 1 muestra un mosaico con las geometrías que se suelen templar por inducción.

En la primera parte de este artículo [2] publicado en esta misma revista, se han discutido algunos de los aspectos asociados a la resolución de problemas y a la prevención del agrietamiento en el temple por inducción (IH). Esto incluye los temas siguientes:

- Impacto de la geometría de un componente en la susceptibilidad de una pieza al agrietamiento posterior al temple.
- Sobrecalentamiento del acero y licuación en juntas de grano (fusión incipiente).
- Factores relativos a una selección inadecuada del equipo y a recetas de proceso incorrectas.
- Tensiones iniciales, transitorias, residuales y su impacto en el inicio y propagación de las grietas.
- Diagrama de bloques para la resolución de problemas de agrietamiento y su prevención.
- Estudio de casos particulares.

La segunda parte de este artículo doble continúa la discusión sobre estos temas, proporcionando pautas adicionales de resolución de problemas y remedios, que minimizan la probabilidad de agrietamiento en la práctica industrial.

Figura 1: Pequeño mosaico con piezas que suelen templarse por inducción y sus patrones de durezas.

Lo primero es lo primero

Si el agrietamiento se produce súbitamente cuando el equipo de temple ha producido piezas sin grietas durante un tiempo, la primera pregunta es: "¿ha permanecido todo igual hasta la aparición del agrietamiento? ¿qué ha cambiado? " En numerosas ocasiones, lo que parecían ser factores insignificantes, como la instalación de un nuevo inductor, la reforma del conjunto de enfriamiento, la readaptación de utillajes o el cambio del medio activo de enfriamiento, pueden dar lugar a pistas respecto a la(s) causa(s) posible(s) de la súbita aparición de grietas. Además, hay otras preguntas que se pueden plantear, y son:

- ¿Accidentalmente, ha tenido la pieza, el utillaje o el amarre algún contacto con el inductor o con el dispositivo de enfriamiento? Comprobemos el posicionamiento de la pieza.
- ¿Ha tenido el equipo recientemente un comportamiento errático, fallo o se han alcanzado los límites? Comprobemos si están apretadas todas las conexiones de control y de potencia, el estado de los condensadores, las conexiones del transformador, etc.
- ¿Últimamente ha reportado el Sistema de control/visualización alguna fuga de tierra en el inductor o se han detectado arcos eléctricos?
- ¿Alguna receta ha necesitado ajuste o modificación?
- ¿Se ha apreciado, por parte de alguien, una decoloración o falta de elementos de algún concentrador de flujo magnético (si se aplican)? Asegurémonos de que no se ha producido degradación estructural de los concentradores y de que no se han desplazado durante el calentamiento debido a las fuerzas magnéticas, siempre presentes.
- ¿El líquido de temple se aprecia o huele diferente de lo normal? Comprobemos su concentración, temperatura, etc.
- ¿Hay evidencias de excesiva acumulación de suciedad, decoloración inesperada o aparición ocasional de llama/o humo durante el calentamiento?

Respondiendo a estas sencillas preguntas se pueden descubrir pistas cruciales y recordar que los tres sentidos siguientes, visión, olfato y oído, pueden ser nuestros mejores ayudantes.

HORNOS DE INDUCCIÓN

PARA FORJA INDUCTOFORGE DE INDUCTOTHERM

SOFTWARE I-HAZ

MAXIMIZA PRODUCCIÓN
+ REDUCCIÓN RECHAZOS EN PARADA

SERVICIO TÉCNICO LOCAL

Fabricación y Reparación de Bobinas Local

INDUCTOTHERM GROUP IBERIA
ONDARLAN

Alta productividad y alta seguridad para su forja

ONDARLAN, S.L.:
+34 943 635079
o visite: www.ondarlan.com
email: oficina@ondarlan.com
I.P. Videoconferencia: 2.136.148.217

El factor de la calidad del acero

El agrietamiento que se produce durante el temple por inducción (IH) a menudo manifiesta grietas originadas durante etapas anteriores del proceso. Esto incluye defectos del acero, así como defectos originados en el conformado, mecanizado, corte y desbarbado, etc. Es imperativo verificar la calidad del acero entrante. Por ejemplo, se pueden formar micro-grietas en el desbarbado cuando se elimina la rebarba de forja. Estas micro-grietas pueden propagarse durante el calentamiento y/o temple. Por tanto, se ha de verificar que la microestructura previa del material esté libre de grietas y que no se desarrollen micro-grietas previas al tratamiento térmico por inducción.

Inicialmente, los aceros descarburados constituyen otro ejemplo de un problema que puede estar asociado con la calidad del material entrante. La descarburación indica la pérdida del contenido en carbono en la superficie y cerca de la superficie (agotamiento en carbono) del acero, tras una larga exposición a altas temperaturas en atmósfera oxidante, como es el caso del aire (Figura 2). La profundidad de la capa descarburada es función compleja de diferentes factores [1].

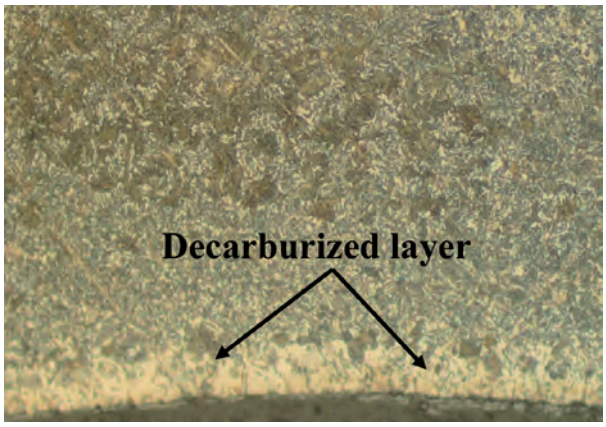


Figura 2: Ejemplo de capa de superficie descarburada (la zona clara indica el empobrecimiento en carbono).

Cuando se trabaja con stock de barras laminadas en caliente, a menudo se presenta una considerable cantidad de descarburación, así como en aceros forjados, recocidos o normalizados. La presencia de capas descarburadas en la superficie de piezas "verdes" presenta un problema significativo para el tratamiento térmico por inducción, ya que dichas capas permanecen en la estructura templada, empeorando la resistencia, la resistencia a la abrasión, la resistencia a la fatiga, la resistencia al impacto, la tenacidad y propiedades de doblado, etc.

El contenido en carbono determina el nivel alcanzable de dureza, por consiguiente, una superficie "blanda" como consecuencia de la descarburación puede conducir no solo a una dureza inadecuada y reducción de la resistencia, sino incluso a cambiar la distribución de las tensiones residuales, formando indeseables tensiones superficiales localizadas que, en cambio, pueden provocar un agrietamiento posterior o la rotura prematura de los componentes durante su vida de servicio.

Merced a su escaso tiempo de proceso, el temple por inducción en sí mismo no produce efectos medibles de descarburación. La descarburación inicial no se puede reparar durante el temple por inducción, que es rápido, bajo las condiciones de proceso normales. De este modo, la descarburación, así como otras condiciones no deseables del acero como resultado de procesos anteriores (por ejemplo, juntas, defectos, etc.), también la excesiva cascarilla en la superficie, la oxidación inter-granular y las quemaduras, todo ello debería ser evitado.

No resulta realista esperar que siempre se suministre exactamente la misma composición química para un determinado tipo de acero. El acero se ha convertido en un artículo globalizado, lo que obliga a los tratamentistas a una comprensión clara del tipo de desviaciones que se puedan producir cuando se trabaja con suministradores diferentes o se utilizan ciertos aceros para distintas aplicaciones.

También, debido a una diversidad de factores en la fabricación del acero, incluso diferentes coladas de un mismo tipo de acero producidas por el mismo proveedor no tendrán idénticas composiciones químicas. Las variaciones aceptables están estandarizadas y especificadas. Por ejemplo, según la Guía del Tratamentista [3], no es habitual, incluso para aceros al carbono, tener una variación en el contenido de carbono del 0,05% o superior. Grandes variaciones únicamente en el contenido de carbono, pueden producir también grandes desviaciones en la dureza superficial obtenida y en la templabilidad del acero hasta determinadas penetraciones [1]. Si los márgenes de "seguridad" utilizados para desarrollar los protocolos del temple por inducción son insuficientes, entonces las variaciones en el contenido de carbono pueden desencadenar situaciones de "agrietamiento-no agrietamiento" tras el temple. Los aceros de alto contenido de carbono se asocian, a menudo, con una tendencia al alza en la iniciación de grietas, asumiendo que el resto de las condiciones del tratamiento se mantengan iguales.

Pese a que el porcentaje en el contenido de carbono es, por mucho, el que más influye en las propiedades de los aceros templables, hay un número de otros elementos

químicos que, dependiendo de su contenido y de las interacciones mutuas, puede afectar notablemente a los resultados del temple. Esto incluye la sensibilidad a las grietas y la fragilidad, cuya magnitud depende de la cantidad y la combinación de los elementos presentes. Algunos de estos elementos químicos adicionales pueden estar en los aceros como trazas o impurezas residuales contenidas en las materias primas; otros se añaden durante la fusión para el desarrollo de ciertas condiciones durante el proceso de fabricación del acero (ejemplo: desoxidación, peculiaridades de la fusión, etc.).

Pese a que los aceros al carbono son los más utilizados en la industria, hay muchas aplicaciones industriales en las que sus propiedades no son las más adecuadas a la hora de alcanzar ciertos requisitos, o una combinación conflictiva de propiedades de ingeniería. Por eso es por lo que se añaden a los aceros, deliberadamente, cantidades apreciables de elementos de aleación para desarrollar determinadas propiedades. De este modo, se deben tener en cuenta desviaciones potenciales de elementos químicos durante la definición de las recetas del proceso en el temple por inducción.

Una combinación desfavorable de elementos de aleación e impurezas residuales podría ocasionar fragilidad y sensibilidad a las grietas. Por ejemplo, en la mayoría de los casos, es preferible minimizar los residuos de azufre y de fósforo. El azufre reacciona con el hierro, produciendo sulfuros duros y frágiles (FeS) con tendencia a concentrarse en las juntas de grano e incrementar la aptitud al agrietamiento inter-granular [1, 2].

Los FeS en aceros al carbono se eliminan mediante la adición de una cantidad adecuada de Mn para formar MnS, propiciando una microestructura menos frágil. La adición de Mn debería ser suficiente para evitar la formación de FeS. Se especifica normalmente un cociente "Mn/S" para aceros al carbono. Por tanto, es importante asegurar que no solo los contenidos en elementos particulares se encuentren en un rango aceptable, sino también la relación entre ellos. Cuando añadimos azufre, unos niveles excesivos de fósforo, estaño y cobre pueden empeorar la susceptibilidad al agrietamiento en los aceros.

En este mismo sentido, la utilización de temperaturas de temple y concentraciones más bajas que las especificadas, así como flujos de temple y presiones superiores pueden ocasionar la iniciación de grietas con excesivas cantidades de residuos, particularmente cuando hay presentes geometrías potenciadoras de tensiones. De este modo, se deben verificar la composición del acero y los parámetros del temple cuando aparecen grietas repentinamente.

La existencia real de una banda de templabilidad (con límites superior e inferior) se asocia a una permisible, que no extrema, variación en la composición química de los aceros. Esto significa que incluso para ciclos de calentamiento y temple perfectamente repetitivos, la dureza superficial, el patrón de las durezas, así como la formación distribución y magnitud de las tensiones transitorias y residuales podrían verse afectadas hasta ciertos valores, dependiendo del proceso de fabricación del acero, y de otros factores. Esto favorece el uso de aceros de alto contenido en carbono, ya que tienen un control más estricto sobre los límites de la templabilidad en comparación con los aceros de composiciones normales. Desafortunadamente, no todos los aceros templables están disponibles como aceros en alto contenido en carbono.

Respecto al tema del control de la composición, es importante resaltar el poderosísimo impacto que una pequeñísima cantidad de boro (menor que un 0.005% de B) puede hacer para aumentar la templabilidad de los aceros [3]. Sin embargo, esta particularidad del boro puede introducir algunos retos como el de controlar fuertemente su cantidad, porque incluso las más pequeñas variaciones en su contenido (por ejemplo, ±0.0005% de B) pueden tener muchísima influencia en la templabilidad y en el patrón de durezas. Un fenómeno similar ocurre en el caso de los aceros al carbono con cantidades variables de Mo y Cr. Es importante ser consciente, en algunos casos, de que un aumento en la templabilidad puede provocar iniciación de grietas [1].

Sabemos que las operaciones en la fabricación de aceros están mejorándose continuamente, los productos de hoy en día tienen una composición química con variaciones reducidas (pero no eliminadas). Por consiguiente, se debe tener en cuenta la potencial variación en la composición química a la hora de desarrollar los protocolos de proceso o determinar la raíz de la causa para la aparición repentina de grietas.

Es importante recordar: "Si por alguna razón, una pieza de acero no responde de la manera esperada al tratamiento térmico y se desarrollan grietas, en este caso, uno de los primeros pasos para determinar la causa de un comportamiento inesperado es asegurar la suficiente limpieza del acero y la adecuada composición química especificada inicialmente, previa a la microestructura, con mínimas segregaciones."

"Este artículo apareció originariamente en Octubre 2019 en la Thermal Processing magazine (USA). Publicado con su permiso"

(Continuará)

Andalucía se mantiene como segunda comunidad aeronáutica, con un aumento de las exportaciones del 4,2% en 2019 y casi 2.000 millones

Andalucía se mantiene como la segunda comunidad aeronáutica de España con casi la mitad de las exportaciones nacionales, al alcanzar los 1.942 millones de euros en los primeros nueve meses de 2019, una cifra que supone un incremento del 4,2% respecto al mismo periodo del año anterior.

Así, la región aglutina el 42% de la factura internacional de la industria aeronáutica española y se coloca sólo por detrás de Madrid (2.277 millones, el 49%), según datos de Extenda-Agencia Andaluza de Promoción Exterior, entidad dependiente de la Consejería de la Presidencia, Administración Pública e Interior.

Con un descenso de las importaciones del 36%, el sector en Andalucía acumula un superávit comercial en este periodo de 1.266 millones de euros, más de la mitad del registrado a nivel nacional (55%) y un 56% más que en el mismo periodo del año anterior (455 millones más); así como una tasa de cobertura del 287%, que significa que la comunidad exporta casi el triple de lo que compra al exterior.

"Se trata de una industria que aporta una alta diversificación a la factura exportadora andaluza", asegura el consejero delegado de Extenda, Arturo Bernal. "De esta forma, está permitiendo a la comunidad crecer de forma notable en mercados comunitarios ya maduros para los sectores tradicionales, como Alemania, con esta industria de alta tecnología, a la vez que incorpora a su actividad comercial mercados asiáticos o de Oriente Medio, que están en el top ten de las exportacio-

nes aeronáuticas, como Emiratos Árabes Unidos o Singapur", confirma.

De este éxito son responsables las 60 empresas exportadoras registradas en los primeros nueve meses de 2019, cifra que iguala a la registrada en todo 2018, y que supone un 17,6% más que en el mismo periodo del año anterior.

De ellas, la mitad, 30, son exportadoras regulares (más de cuatro años exportando), cantidad similar a la alcanzada en todo el año anterior y un 3,4% más que enero-septiembre de 2018, lo que evidencia el alto índice de internacionalización de este sector industrial de máxima tecnología.

Sevilla-Cádiz, eje exportador

En cuanto a las provincias exportadoras, el eje Sevilla-Cádiz concentra casi el 100% de las ventas. Sevilla es líder, al alcanzar los 1.905 millones (98% del total) y una subida del 8,1%; y Cádiz está en segundo puesto, con 33 millones (1,7% del total).

Les siguen, ya con cantidades menores en ventas, Málaga (2,7 millones de euros), que experimenta una importante subida del 252% y triplica su factura respecto al mismo periodo del año anterior; Córdoba (1,4 millones); y Huelva (224.000 euros) con un incremento del 2,7%.

Llega a los cinco continentes

Andalucía llega con sus ventas aeronáuticas a los cinco continentes con sus diez principales destinos.

El primer mercado es Alemania, con 936 millones de euros, casi la mitad de las ventas, en concreto el 48%, cifra que supone un incremento del 38% respecto a enero-septiembre de 2018.

Le siguen en segundo lugar Francia, con 378 millones, el 19,5%; y Turquía, con 258 millones, el 13,3%, que dobla su factura, con un alza del 103% en este periodo.

En cuarta posición se encuentra Emiratos Árabes Unidos, con 154 millones de euros, el 7,9%, con los que multiplica por 46 su cifra (+4.599%); seguido de Estados Unidos, con 103 millones, el 5,3% y un incremento del 48%; Costa de Marfil, que entra en los diez primeros mercados con 28,1 millones, el 1,4%; Corea del Sur, con 15,5 millones; Reino Unido, con 14,1 millones; Singapur, con 10,3 millones; y Australia, con 4,2 millones, que más que duplica su cifra, con un ascenso del 163%.

Principales productos

Andalucía exporta principalmente el capítulo que corresponde a las demás aeronaves (por ejemplo, helicópteros y aviones), así como vehículos espaciales, que copan el 75% de la factura, con 1.464 millones euros, lo que supone un incremento del 6,2% respecto a los primeros nueve meses de 2018.

Le siguen partes de los aparatos, con 471 millones, el 24,2%; aparatos y dispositivos para lanzamientos y aterrizajes, con 5,7 millones, que crece un 24,2% en este periodo; y paracaídas, con 1,3 millones, que sube un 33% respecto a enero-septiembre del año pasado.

ADM Sevilla 2020, la cita del sector

En 2019, Extenda ha diseñado una programación específica para promover la internacionalización de las empresas del sector aeronáutico.

Así, en lo que va de año, un total de 85 empresas aeronáuticas (30 más que en todo 2018) han participado en 28 acciones específicas para el sector (4 más que el año pasado) organizadas por Extenda, que han generado 148 participaciones (61 más).

Entre ellas destacan una misión comercial directa a EE.UU. en abril, así como las principales ferias del sector como Aeromart Montreal, Paris Airshow-Le Bourget, Aerospace Meetings Casablanca o Dubai Air Show.

Con el objetivo de continuar impulsando la internacionalización de las empresas andaluzas del sector aeronáutico, Extenda prepara para 2020 la quinta edición de Aerospace & Defense Meetings-ADM Sevilla.

Se trata del mayor evento de negocios del sector que se celebra en España, que tendrá lugar entre el 15 y el 18 de mayo, organizado por Extenda y Abe-BCI.

En su última edición, celebrada en 2018, ADM-Sevilla contó con la asistencia de 1.221 profesionales de 375 empresas, procedentes de 28 países.

Avances en la industria de tratamiento térmico

Reflexiones del IV Fórum Técnico de Tratamiento Térmico – TRATER Day 2019

Por Instituto de Fundición TABIRA

El sector de los tratamientos térmicos se enfrenta al desafío principal de proponer soluciones altamente innovadoras, que permitan mejorar las características de los materiales con los que se fabrican piezas para industrias de tan alta exigencia como son la aeronáutica, naval o automoción, consiguiendo materiales más duraderos, flexibles y ligeros.

Con la idea de reunir a empresas de este sector para compartir y conocer de primera mano algunas de estas innovaciones, el INSTITUTO DE FUNDICIÓN TABIRA, el Centro de Investigación Metalúrgica IK4-AZTERLAN y la revista TRATER Press organizaron durante el día 17 de octubre de 2019 el IV Fórum Técnico de Tratamiento Térmico, un punto de encuentro para profesionales, técnicos y equipos de investigación especializados en los últimos avances e innovaciones en los distintos ámbitos de la industria del tratamiento térmico (tecnologías de temple, tratamientos superficiales, caracterización, medición, recubrimientos…). A través del programa técnico presentado en este TRATER Day 2019, cerca de 80 profesionales de empresas referentes del sector de los tratamientos térmicos y representantes de sectores estratégicos que los aplican, pudieron conocer algunas claves que permiten avanzar hacia una industria más competitiva en este relevante ámbito.

40 empresas del sector ampliaron conocimientos en torno a diferentes ámbitos de la industria del tratamiento térmico.

El TRATER Day 2019 ha contado con la colaboración de técnicos y especialistas de primer nivel de las empresas CEIBER ENERGY, S.L., ONDARLAN INDUCTOTHERM GROUP IBERIA, COHERENT I ROFIN-BAASEL ESPAÑA, S.L., AIR LIQUIDE FRANCE INDUSTRIE, INSERTEC y FUCHS LUBRICANTES, S.A.U., así como del propio IK4-AZTERLAN y de TRATER Press como media partner.

El INSTITUTO DE FUNDICIÓN TABIRA e IK4-AZTERLAN dieron la bienvenida a los asistentes a través, respectivamente, de su Secretario General, José Javier González, y del Responsable del Área de Conformado de la unidad de I+D de Procesos Metalúrgicos, Garikoitz Artola. Los responsables dieron paso a la conferencia introductoria, centrada en el análisis de datos aplicados a los procesos de tratamientos térmicos: auditorías y solución de problemas, realizada por el Project Manager de Tratamientos Térmicos de la compañía AIR LIQUIDE FRANCE INDUSTRIE, Lucas Bustamante Valencia.

A modo introductorio, el experto comenzó mostrando algunos problemas de producción en aceros al carbono, inoxidables y de grado alimenticio, señalando las pérdidas y costes asociadas a los paros de producción que se

Lucas Bustamante (AIR LIQUIDE FRANCE), el experto en tratamiento térmico que inauguró el programa de ponencias en este encuentro empresarial.

Itziar Berriozabalgoitia y Garikoitz Artola (IK4-AZTERLAN), compartiendo con las empresas presentes experiencias específicas de mejora de eficiencia en estos tratamientos.

pueden generar. El ponente propuso a las empresas asistentes la sistematización de una metodología de análisis que esté orientada a la optimización y solución de estos problemas, y que pueda recorrer las siguientes fases de trabajo: verificación de la instalación existente, física y química de los tratamientos, análisis de productividad, aplicación y puesta en marcha, y verificación del desempeño.

A modo de ilustración de esta metodología, el experto de AIR LIQUIDE detalló un caso real de coloración de un producto con riesgo de descarburación, explicando para el mismo todas las fases seguidas y los resultados obtenidos para el mejoramiento de la producción, en términos de productos conformes a las especificaciones, posibilidad de trabajar con varios grados de acero, estabilidad de la producción, trazabilidad, o minimización de los costes de generación de la atmósfera por el control del flujo total, entre otros.

Como resumen, la ponencia permitió conocer una metodología sistemática que permite resolver o anticipar los problemas de calidad en producción, pero también definir los procesos a implementar, señalando a su vez las opciones a tener en cuenta para la selección de una atmósfera de tratamiento térmico: la puesta en servicio de la instalación, la calidad y eficiencia industrial, y la flexibilidad.

A continuación, Itziar Berriozabalgoitia (Técnico Especialista) y Garikoitz Artola (Responsable del Área de Conformado) de la unidad de I+D de procesos metalúrgicos del Centro de Investigación Metalúrgica IK4-AZTERLAN, abordaron una presentación conjunta sobre la metalurgia para el tratamiento térmico en línea de piezas forjadas. Partiendo de una introducción sobre el tratamiento térmico de piezas forjadas, la ponencia compartió de forma práctica la existencia de oportunidades de mejora de eficiencia energética, que impactan sobre el 6% del coste del producto (la energía supone por encima del 10% del coste de las piezas de acero forjado).

Se comentó cómo las ventajas de la realización de tratamientos térmicos en línea van más allá del aprovechamiento de calor: son una herramienta de Lean Manufacturing que permite ahorros energéticos, logísticos y de costes de no calidad. Aunque no todos los procesos de producción metalmecánica son susceptibles de sustituir con éxito los tratamientos térmicos por lotes con esta solución alternativa en línea, existen multitud de oportunidades de mejora en este campo. Entre los procesos candidatos a aprovechar esta solución, la forja de acero es una de las tecnologías que mejor acepta el concepto de tratamiento térmico en línea, según los ponentes.

Las piezas forjadas pueden verse sometidas a distintos tratamientos térmicos por lotes, entre los que el normalizado es uno de los más habituales. Este tratamiento se utiliza para regular el tamaño de grano del producto y su dureza para facilitar su mecanizado. La metodología de trabajo presentada por IK4-AZTERLAN en este TRATER Day permite determinar la viabilidad de sustituir el normalizado por lotes mediante un recocido en línea, obteniendo resultados análogos en el producto final en términos de tamaño de grano y dureza. Esta metodología, cuya efectividad se constató en un caso de estudio compartido con los asistentes a la jornada, se vertebra en torno a las variables metalúrgicas que controlan la evolución de los procesos de recristalización, crecimiento de grano y nucleación en transformaciones alotrópicas, así como en la relación de estos factores con la dureza del material tras el tratamiento térmico.

La siguiente ponencia enfocó las oportunidades en la gestión de la energía desde el paradigma de la industria 4.0, y fue desarrollada por Guillermo Domínguez, Director Técnico de la compañía CEIBER ENERGY, S.L.

El experto comenzó contextualizando los cálculos necesarios para tener una base sólida sobre la que hacer una gestión energética adecuada (datos de contadores, análisis de facturas, obtención de los ratios que necesita una planta...). Seguidamente, compartió con los asistentes los aspectos estratégicos que debe aportar un SGE (Sistema de Gestión Energética) dentro de los nuevos paradigmas tecnológicos enmarcados en la industria 4.0. Así, la trazabilidad exhaustiva de puntos de suministro se señaló como un elemento nuclear del sistema, en términos de facturación y de mantenimiento. A destacar como claves de esta trazabilidad, la información para una correcta identificación, los datos contractuales e información de consumo de cada punto de suministro, o los datos de consumo de cada elemento consumidor.

En cuanto a la recogida de información desde estos sistemas, Guillermo Domínguez señaló que la instalación de sensórica adecuada debiera seguir los patrones de compatibilidad con cualquier marca, parametrización de variables a recoger, o la definición de KPIs válidos. A continuación, realizó un recorrido exhaustivo por las distintas funciones pasivas y activas que dichos sistemas debieran implementar.

A modo de conclusión, el ponente remarcó que la gestión energética integrada en el marco de la industria 4.0 significa principalmente innovación en la gestión de captura de datos energéticos, mayor conocimiento y control, generación de alarmas y avisos (predicción y prevención anticipada) y nuevas capacidades para optimizar la situación actual.

La presentación de Guillermo Domínguez abordó la gestión energética desde una perspectiva de las nuevas tecnologías 4.0.

El programa técnico continuó con una ponencia de Eugenio Pardo Olea, responsable de Forja y Tratamientos Térmicos por Inducción de la compañía ONDARLAN INDUCTOTHERM GROUP IBERIA. Su presentación se tituló Revolución -no evolución- necesaria para avanzar en tratamientos térmicos por inducción: tecnología IFP.

Tal y como el experto introdujo, la tecnología IFP constituye una revolución técnica experimentada en el calentamiento térmico por inducción que, por primera vez permite, mediante la pre-programación del equipo, cambiar la frecuencia y la potencia durante el ciclo de calentamiento, de la misma forma que los mecanizadores llevan programando las máquinas CNC durante años. Partiendo de explicaciones teóricas preliminares alrededor de los procesos involucrados, Eugenio Pardo ilustró esto mediante el caso práctico de endurecimiento por inducción de un componente tipo eje.

Eugenio Pardo (ONDARLAN INDUCTOTHERM GROUP), en un momento de su presentación técnica a las empresas.

Tal y como comentó el ponente, la flexibilidad resultante de los equipos IFP permite la optimización de la inducción en las nuevas geometrías de ejes, obtenidas a partir de los esfuerzos de los diseñadores para minimizar pesos y optimizar otras propiedades industriales, así como una redistribución de tensiones residuales.

Finalmente, se mostraron ejemplos concretos de ventajas de la tecnología IFP, como en el endurecimiento "a través" (determinadas zonas pueden convertirse en semi-transparentes al campo electromagnético, al anularse las corrientes por trabajar con frecuencias fijas menores que el óptimo, siendo imposible calentar aunque se aumente la potencia; Con inversores IFP se evita el problema) temple y revenido (se puede utilizar frecuencias más altas para templar y más bajas para revenir, mejorando la calidad y la productividad) o endureci-

miento diente a diente de engranajes (el ajuste instantáneo de la frecuencia y de la potencia permite adaptar la penetración a geometrías complicadas, dientes, raíces… y controlar los efectos perniciosos de esquina y borde).

La última ponencia de la mañana de trabajo fue realizada por la Dra. Andrea Niklas, Responsable de Proyectos de la unidad de I+D de Procesos Metalúrgicos de IK4-AZTERLAN, quien presentó un estudio sobre la Fase Laves: Tratamientos térmicos eficientes para su disolución en superaleaciones (utilizadas principalmente por la industria aeroespacial y el sector energético). Según expuso, esta fase reduce la resistencia a tracción, ductilidad y fatiga en este tipo de materiales, además de dar lugar a la formación de grietas en el proceso de soldadura. El TT es eficaz para eliminar esta fase perjudicial y así mejorar las propiedades finales de los componentes.

La primera parte de la ponencia se centró en la formación de las fases Laves, estudiando cómo influyen la composición química y la velocidad de enfriamiento durante la solidificación en su formación, utilizando simulaciones termo-dinámicas y termo-cinéticas (con el software Thermo-Calc y Dictra). Se destacó que pequeñas variaciones en la composición pueden favorecer su formación y reducir la temperatura sólidus, lo que podría dar lugar a fusión incipiente en los tratamientos térmicos posteriores (como el HIP) si se supera está temperatura. Se señala que un tratamiento de homogenización previo puede reducir las microsegregaciones, las cuales son la causa principal de la disminución de la temperatura solidus.

Así, se vio cómo herramientas de modelización termocinética nos pueden ayudar a desarrollar tratamientos térmicos eficientes respecto a temperatura y tiempos,

Andrea Niklas (IK4-AZTERLAN), presentando herramientas de modelización que representan nuevas oportunidades para el diseño eficiente de los tratamientos térmicos.

tanto para la homogeneización de microsegregaciones como para la solubilización de estas fases. Los resultados obtenidos en las simulaciones muestran que la solubilización de la fase Laves depende en gran medida de la temperatura, de su tamaño y cantidad. Como directrices principales para la eliminación de las fases Laves, se establece que la temperatura de solubilización debería ser lo más alta posible para garantizar una rápida y completa solubilización de la fase Laves, pero por debajo de la temperatura sólidus.

La primera ponencia técnica de la tarde la compartió Francisco Javier Jimeno, Market Development Manager de la compañía COHERENT I ROFIN-BAASEL ESPAÑA, S.L., que explicó a la audiencia las claves de la tecnología de temple por láser o Laser Hardening.

Francisco Javier Jimeno (COHERENT I ROFIN-BAASEL ESPAÑA, S.L.), profundizando en las claves técnicas y los desafíos del temple por láser.

La ponencia presentó las características del proceso de temple por láser, así como los beneficios de este proceso en comparación con otros tratamientos térmicos. A destacar, martensita de grano más fino (aumento de la ductilidad), fracción baja de austenita residual (aumento de la resistencia), altas tensiones residuales de compresión (mayor resistencia a las picaduras), alta capacidad de control (muy buena capacidad de automatización), o alta flexibilidad de acción (desde una sola pieza hasta la producción en masa), entre otros. El experto hizo un recorrido práctico por las claves técnicas de posibles soluciones a varios de los desafíos mencionados, como la profundidad del temple o el templado de áreas grandes.

A continuación, el ponente detalló también las ventajas y los desafíos actuales del Laser Cladding. En cuanto a sus beneficios en comparación con otros tratamientos térmicos locales, señaló dendritas más finas (aumento

de la ductilidad), menor licuación (aumento de la protección contra la corrosión), aporte térmico más bajo (tensiones reducidas, puede evitar el precalentamiento), unión metalúrgica de mayor durabilidad, altas tasas de deposición (mayor eficiencia en coste), entre otras. En cuanto a los desafíos existentes, remarcó la eficiencia en el uso de material para procesos de polvo, o la dependencia de la altura y anchura del revestimiento con respecto a la velocidad de alimentación y la temperatura.

Como conclusión, se indicó que las propiedades de la fuente láser como la longitud de onda, la potencia o la calidad del haz ya no suponen un límite para estos procesos. También que, aunque los láseres de diodo son altamente eficientes y libres de mantenimiento, todavía hay desafíos pendientes.

La sesión continuó con una completa presentación de introducción a la calidad en hornos de Tratamiento Térmico, realizada por la compañía INSERTEC a través de Jorge Almeida, Ingeniero del Dpto. de Tratamiento Térmico de dicha empresa.

Tal y como indicó el ponente, los actuales procesos de fabricación de piezas metálicas, producidas en grandes series o en pequeños lotes para la industria en general, requieren de un riguroso control, registro y trazabilidad del proceso térmico realizado, ya que determinará la calidad del producto fabricado. En este contexto, se requieren instalaciones de procesamiento térmico equipadas para control de proceso, supervisión y registro de datos de proceso en continuo y trazabilidad de proceso documentada.

Tras introducir las claves metalúrgicas de los tratamientos térmicos másicos, termoquímicos y superficiales, el ponente abordó los requerimientos generales detrás de

La compañía INSERTEC hizo una completa presentación sobre calidad en hornos de tratamiento térmico, gracias a Jorge Almeida.

las normativas de calidad internacionales de aplicación actual por sectores (Aeronáutico, Automoción, Petroquímico), así como procedimientos de homologación en hornos de Tratamiento Térmico, como el Test de Precisión del Sistema (SAT - System Accuracy Test), o el Estudio de Uniformidad de Temperatura (TUS - Temperature Uniformity Survey).

El siguiente bloque de la presentación consistió en un exhaustivo y completo recorrido por aplicaciones puramente prácticas de hornos industriales clasificados según sistema y modo de calentamiento, atmósfera de trabajo o tratamiento de lotes de carga, entre otros criterios. Así se vieron características de hornos de carro, de cámara, de campana, de pote, de vacío o tipo ascensor, entre otros.

Finalmente, se compartieron con la audiencia las características y composición de los sistemas de control de procesos, como el control y registro de temperatura, el control potencial de carbono o los sistemas Informáticos CSP (SCADA).

La ponencia de cierre del TRATER Day 2019, alrededor de los últimos avances tecnológicos en fluidos de temple, fue realizada por Josep Manuel Merlo, Product Manager (Rust Preventives, Heat Treatment & Surface Treatment) de la compañía FUCHS LUBRICANTES, S.A.U.

La última ponencia técnica de la jornada, desarrollada por Josep Manuel Merlo (FUCHS LUBRICANTES S.A.U.).

Los nuevos retos tecnológicos (industria 4.0, movilidad, fabricación aditiva (impresión 3D), normativas medioambientales, Internet of Things (5G), etc.) implican importantes cambios en los procesos de producción y en la formulación de los fluidos utilizados en la industria metalmecánica en general. Entre los cambios más relevantes, el ponente destacó:

– Utilización de aceites minerales de GRUPO III como

producto de futuro en sustitución de los aceites minerales de primer refino de GRUPO I.

- Importancia de la limpieza de las piezas en procesos de temple y reducción de consumos aplicando sistemas de separación y recuperación de aceites de temple.
- Necesidad de garantizar la calidad en el temple con polímero mediante control y sensorización de los procesos de temple, nuevos sistemas de eliminación de contaminación microbiana y utilización de cámaras termográficas para reducir el riesgo de grietas y evaluar la agitación sobre las piezas (control de la velocidad de enfriamiento).

Tal y como se indicó, la adaptación a todas estas nuevas tecnologías implicará una revolución en todos los campos relacionados con los procesos de producción, no siendo ajeno a ella el sector de los tratamientos térmicos, que está sufriendo una rápida transformación que obliga, tanto a usuarios como a proveedores, a realizar un gran esfuerzo para poder responder a las demandas de la industria y adaptar los fluidos de temple a las nuevas necesidades.

El especialista avanzó algunos de estos cambios en fluidos de temple basados en aceites de tipo III, considerados y denominados en muchas ocasiones como aceites sintéticos o semisintéticos. Aunque son conocidos y utilizados desde hace tiempo, no es hasta hace unos 3 años que se está generalizando su aplicación en el temple, ya que el mercado de los aceites minerales está evolucionando hacia este tipo de fluidos por su mayor sostenibilidad y a un coste razonable, y porque se prevé que en un futuro cercano será cada vez más y más difícil conseguir aceites de primer refino de GRUPO I, al cerrar algunas refinerías que los producían, como comentó el ponente.

Uno de los aspectos más controvertidos durante los últimos años ha sido la posibilidad de utilizar procesos de limpieza previos a temple, basados en el denominado desengrase térmico (proceso de pirolisis de los fluidos contenidos en las piezas mediante la aplicación de elevadas temperaturas). Josep M. Merlo detalló a los asistentes los ámbitos de aplicación de diversas soluciones (desengrase térmico, desengrase alcalino, disolventes, desengrasantes en base agua de tipo orgánico...).

Un caso especial de limpieza de piezas, sobre todo entre temple y revenido, es la aplicación de un proceso que incorpora la recuperación de los fluidos puros de temple desengrasados y permite conseguir reducciones de coste superiores al 30%. El experto detalló a los asistentes los requisitos para la realización de este sistema, así como las mejoras en la calidad en el proceso de temple y desengrase, económicas o medioambientales.

En cuanto a innovaciones en el uso de polímero de temple, se comentó que la implantación de los sistemas de control en continuo de los fluidos dentro de lo que ha pasado a denominarse Industria 4.0, es una gran oportunidad para conseguir una mayor calidad de las piezas templadas y un sistema de reducción de coste productivo. Se destacaron algunos sistemas de medición que actualmente pueden ser montados con automatismos.

Finalmente, explicó el uso de cámaras termográficas, que se conoce desde hace años y es ampliamente utilizado para el control y seguimiento de maquinaria (mantenimiento), hornos y control de temperaturas de austenización de piezas. Su implantación permite conocer la velocidad de enfriamiento real sobre las piezas metálicas, evitando riesgos de grietas y minimizando posibles deformaciones y distorsiones por diferencias de velocidad entre diferentes partes de las piezas.

Los 76 asistentes a esta nueva edición del TRATER Day disfrutaron de un punto de encuentro técnico para el sector del Tratamiento Térmico.

A modo de conclusión, esta nueva edición del Fórum Técnico de Tratamiento Térmico ha permitido a las empresas asistentes actualizar su conocimiento de las distintas innovaciones, que desde los diversos ámbitos de esta industria se plantean actualmente para hacerla más competitiva.

La asistencia de empresas a esta nueva edición, en línea con la registrada en ediciones anteriores, consolida el encuentro como un espacio referente de conocimiento dentro de esta industria.

El conocimiento técnico compartido a través de todas las presentaciones y el intercambio de experiencias planteado por los distintos ponentes, junto con la destacada

El equipo de ponentes y colaboradores de este Fórum Técnico.

participación de las empresas, han sido algunas de las claves del éxito de esta jornada.

Un punto de encuentro y de trabajo que esperamos siga manteniendo este interés en futuras ediciones.

Desde la organización del acto, agradecer el esfuerzo y la colaboración de los técnicos de las distintas empresas, grupos y centros que han hecho posible la coordinación y materialización de este interesante espacio técnico de trabajo.

Agradecer, asimismo, el trabajo de TRATER Press como Media Partner de este encuentro de la industria de tratamiento térmico.

Organizadores y entidades/compañías colaboradoras:

tabira Instituto de Fundición
IK4 AZTERLAN
DEE-AED
Durangoko Merinaldearen Amankomunazgoa
Mancomunidad de la Merindad de Durango
CEIBER energy
COHERENT
rofin
INDUCTOTHERM GROUP IBERIA ONDARLAN
Air Liquide creative oxygen
LUBRICANTS. TECHNOLOGY. PEOPLE. FUCHS
insertec Furnaces & Refractories
IK4 Research Alliance
TRATER Press

GHI inaugurará en Sidenor Basauri dos líneas para tratamiento térmico de barras de acero, de 130 m de longitud, alta flexibilidad y conectividad 4.0

Se trata de un pedido estratégico para GHI, ya que con él se inaugura una nueva generación de hornos de tratamiento térmico, que constan de notables avances tecnológicos. También serán los primeros que se construyen con el modelo 'lean', ya implantado en nuestro taller.

El proyecto incluye la construcción de dos hornos de 100 metros más sus mesas de entrada y salida y el sistema de enfriamiento, que agregan otros 30 metros a cada línea, en cuyo diseño GHI ha colaborado intensamente con el cliente.

Jose Berasategui, director general de GHI, destaca que estas instalaciones suponen un gran salto cualitativo por la gran flexibilidad operativa de esta solución, que se sustenta en la alta velocidad de configuración y de cambio de parámetros, tanto en tiempos de permanencia como de temperaturas.

Con estos hornos, Sidenor ampliará el abanico de calidades de sus barras con diversas combinaciones de tratamientos (recocidos globulares, isotérmicos y subcríticos; revenidos; distensionados; normalizados y enfriamientos) y programas, que se moverán entre la horquilla más corta de 6 horas y la más larga de 28 horas.

Las líneas podrán tratar paquetes de 5 a 10 toneladas con barras de 3 a 12 metros de longitud y diámetros de 20 a 120 milímetros. Estas piezas se alimentarán y alinearán a lo ancho de la mesa de entrada de forma automática, lo que mejorará la seguridad de los operarios.

El objetivo es que las dos líneas estén a pleno rendimiento en abril de 2020 y que la sustitución de equipos se produzca dentro de unos plazos rigurosos y sin parada de producción. La primera línea se encuentra ya en fase de montaje en Sidenor, y la segunda en periodo de pruebas en nuestro taller.

AEROTRENDS, el Congreso de Tendencias en Aeronáutica y Espacio, vuelve con la mirada puesta en el futuro

La Asociación Cluster HEGAN relanza el congreso AEROTRENDS dirigido a tomar el pulso a las últimas tendencias de fabricación en el sector de Aeronáutica y Espacio. HEGAN ha escogido el 22º Congreso de Fabricación Avanzada, organizado por el Cluster AFM en el Parque Tecnológico de Miramón para anunciar la organización de AEROTRENDS 2020, cuyo objetivo será mostrar las nuevas tecnologías que marcarán el futuro de la Aeronáutica y el Espacio.

Durante la pasada tarde, ponentes de relevancia y expertos en Simulación, Fabricación y Montaje de compañías como Airbus DS, ITP Aero y Telespazio, junto a la

Directora de HEGAN, presentaron las prácticas que se están llevando a cabo en sus compañías en cuanto a digitalización y aplicativos 4.0, y los resultados a los que están llegando, así como una visión de lo que significarán en un futuro.

Destacan el aumento de la eficiencia y de la productividad que las distintas implementaciones han logrado (digitalización, Big Data, automatización…) y, sobre todo, la mejora de la seguridad y calidad del trabajo de las personas. Hablaron del horizonte más cercano donde se vislumbra un gran campo de acción donde poder desarrollar más soluciones, que permitan mantener una visión del total de los procesos (explotación y análisis de los datos, robótica avanzada, autónoma y colaborativa, IoT, realidad aumentada…) que aumente la competitividad de las compañías del Sector Aeroespacial.

Esto significa que no sólo las grandes empresas tractoras deben de seguir este camino (en ello están), sino que sus Cadenas de Valor deben estar preparadas y concienciadas para acompañarles y asumir también el reto.

Historia y AEROTRENDS 2020

HEGAN se embarcó en la aventura de AEROTRENDS en el año 2000. Desde ese año, más de mil profesionales del

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

Estrenamos Nueva Web

www.pedeca.es

- Nuevo diseño y navegación más fácil, rápida e intuitiva
- Nuevos contenidos con los temas que le interesan
- Nueva presentación e información actualizada día a día
- Web responsive para que consulte desde su dispositivo favorito

PREGUNTE POR NUESTROS PACKS DE PUBLICIDAD IMPRESIÓN + DIGITAL

PEDECA Press Publicaciones
SOMOS SU MEDIO

C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID
Telf.: 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26
pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

sector aeroespacial han visitado Euskadi para exponer, asistir y participar en las Conferencias y en los B2Bs organizados. Han sido 8 ediciones de Conferencias y 6 de Reuniones de negocios que han hecho de este certamen el más importante y estable del sector a nivel estatal.

Tras un breve lapso y contando este año con la colaboración de AFM como preámbulo de esta nueva etapa, HEGAN reanuda de nuevo el Congreso con una visión puesta en el futuro no tan lejano y en los objetivos del Flightpath 2050 establecidos por ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe); como por ejemplo la reducción del 75% en las emisiones de dióxido de carbono (CO2), la reducción del 90% en los óxidos de nitrógeno (NOx), la reducción del ruido de las aeronaves en vuelo del 65%, o la fabricación de aeronaves reciclables, serán materias clave.

De esa manera, AEROTRENDS 2020 se celebrará los próximos 29 y 30 de octubre de 2020 en el Bizkaia Aretoa de la UPV/EHU, siendo los temas principales de estas Conferencias la Sostenibilidad, el Medio Ambiente, Aviones más eléctricos y la Economía Circular, sobre los que se basa el Futuro de la Aviación. "En este Congreso no se dejarán de lado las tendencias en Fabricación Avanzada, claves para la competitividad de nuestro Sector y que suman en esa búsqueda de la aeronave más sostenible, eficiente y respetuosa", aseguró la Directora del Cluster, Ana VILLATE.

"Durante este Congreso AEROTRENDS 2020 contaremos con ponentes relevantes internacionales expertos en todas estas materias, además de la presencia de la Comisión Europea que nos desvelará las novedades sobre el Clean Sky 3, el programa de I+D+i más importante de este Sector en Europa, que en estos momentos se está preparando y esperamos su lanzamiento en esas fechas coincidiendo con la celebración de este Congreso AEROTRENDS 2020 en la capital de Bizkaia".

Papel de la aeronáutica vasca en Clean Sky y la I+D

La inversión en I+D de los socios del Cluster de Aeronáutica y Espacio HEGAN se elevó a 143 millones de euros durante el pasado año 2018. En este sentido queremos destacar el elevado esfuerzo de los socios en la adaptación de las instalaciones, la gestión y las personas a la Industria 4.0 y la implicación de los mismos en la estrategia vasca Basque Industry 4.0. En conjunto, los miembros de HEGAN participaron en un total de 207 proyectos de I+D+i de diversas convocatorias europeas, estatales y regionales a lo largo de 2018 (26 proyectos más que el pasado año).

En esta área de I+D, Clean Sky es para la industria vasca un programa muy significativo ya que además de suponer una buena parte de su dotación en I+D+i (ésta ha conseguido más de 68M€ - según fuente CDTI- desde que se inició el Clean Sky en 2008), es además una puerta de entrada para la colaboración con nuevos clientes -grandes actores de la industria europea-. Es de destacar la participación de 9 socios de HEGAN en Clean Sky 2 como Core Partners (socios con compromiso de participación a largo plazo en esta plataforma tecnológica).

"Desde el Cluster recordamos que resulta vital aumentar la competitividad para mantener la posición en el mercado que tiene, de forma natural, un carácter internacional y que obliga a los socios de HEGAN a rivalizar con cualquier competidor de cualquier parte del mundo", manifestó la Directora del Cluster de Aeronáutica y Espacio del País Vasco. El mantenimiento de la situación competitiva añade, a las exigencias habituales (personal altamente cualificado, intensidad en I+D+i, equipamiento de vanguardia o tener como base una sólida cultura aeronáutica y de calidad), los factores relacionados con la "Industria 4.0": digitalización, automatización, Big Data, ciberseguridad; sin olvidar la incorporación de nuevos procesos y tecnologías como la Fabricación Aditiva, con objeto de fabricar mejor, más rápido y más eficientemente. Además, nuevos conceptos como la Economía Circular o el New Space aparecen en el horizonte, que darán paso a nuevas oportunidades de negocio o a otras maneras de actuar, y para lo que hay que estar preparados y capacitados.

Algunas consideraciones sobre los aceros de construcción mecánica destinados a la industria automovilística. Aceros para deformación y conformación en frío, aceros al boro para tornillería (Parte VIII-1)

Por Manuel Antonio Martínez Baena, Ingeniero Metalúrgico

8. Introducción

Por **deformación en frío**, entendemos un proceso tecnológico de puesta en forma y hechurado que, preferentemente, combina el recalcado con la extrusión. Práctica ésta en el que partiendo de un taco de material macizo, normalmente cilíndrico, se obtiene una pieza virtualmente terminada lista para su empleo, o bien para su tratamiento térmico final.

En el **recalcado** existe una deformación por compresión que provoca un estado de tracción en las capas superficiales del taco de material aplastado. Tal deformación viene expresada, generalmente, por la relación entre la altura final (**h_1**) del taco comprimido después de la operación, y la altura original (**h_o**) del taco de partida; utilizándose, a efectos comparativos, el logaritmo natural (**ln**) de esa relación que se denomina **deformación natural.**

$$\varphi_R = \ln \frac{h_1}{h_o}$$

φ_R = grado deformación natural.
ln = logaritmo natural.
h_o = altura inicial.
h_1 = altura final.

En el caso de la **extrusión** –*en pieza maciza o hueca*– bien sea directa o sea inversa, esta deformación natural se puede expresar con la relación:

$$\varphi_E = \ln \frac{A_0}{A_1}$$

φ_E = grado deformación natural.
ln = logaritmo natural.
A_o = sección inicial.
A_1 = sección final.

La deformación en frío, aplicada a la fabricación de piezas diversas, comenzó su andadura en las primeras décadas del siglo XX en Alemania y se desarrolló casi al mismo tiempo en Estados Unidos. En un principio se utilizó, preferentemente, la técnica de recalcado.

El desarrollo posterior de los revestimientos superficiales, a base de fosfatos, que permitió lubricaciones adecuadas en la superficie de los materiales, bajo muy altas presiones, ayudó considerablemente al desarrollo de los procesos de conformación en frío contribuyendo muy mucho a la utilización, cada vez mayor, de la práctica de extrusión.

Inicialmente se empleó esta técnica casi exclusivamente, en la fabricación de tornillos y bulones, remaches, etc.; y, fue adaptándose de manera paulatina a otros tipos de piezas, frente a piezas obtenidas por otros diferentes procedimientos de puesta en forma: fundición, forja en caliente, mecanizado con arranque de viruta, etc. En la actualidad su aplicación no se limita, solamente, a la fabricación de tornillos y bulones,

sino que además de esos destinos, se tiende de manera muy significativa a la fabricación de piezas de formas más complicadas, buscando siempre los siguientes objetivos:

- Disminuir o eliminar los costos adicionales de mecanizado con arranque de viruta.
- Obtener un producto acabado, es decir, que no necesite un proceso de trabajado posterior.
- Producir piezas que serían extremadamente difíciles de obtener por otras formas de mecanizado que no fuese la de conformado en frío.

Las piezas puestas en forma por deformación plástica en frío tienen, en la práctica, mayor resistencia a la fatiga frente a esas mismas piezas obtenidas mediante un mecanizado por arranque de viruta; ya que las piezas conformadas en frío tienen una mejor distribución y orientación de la fibra, al mismo tiempo que presenta, la mayoría de las veces, una superficie más fina.

Pero la estampación y forjado en frío –*recalcado* y *extrusión*– presenta también sus contrapartidas que, necesariamente, tenemos que tener en cuenta. En la estampación y extrusión en frío se necesita una mayor preparación del material de partida, junto con unas especificaciones más rigurosas del acero: composición química, limpieza inclusionaria, superficie sana sin defectos, estructura de recocido, etc.

En lo referente a las propias instalaciones de las plantas de estampación y extrusión en frío, se necesita una inversión muy importante con un alto costo, debido a la necesidad de fundamental de operar con potentes prensas y equipos complementarios muy complejos, que dan lugar a grandes inversiones.

8.1. Aceros para deformación y extrusión en frío

Generalizando, todos los aceros se pueden conformar en frío. En los procesos de deformación en frío se emplean desde aceros dulces efervescentes, de bajo contenido en carbono (C ≤ 0,23%), hasta aceros de 1 por 100 de carbono (**C** = 1%) y 1,5 por 100 de cromo (**Cr** = 1,5%): como es el caso de los aceros destinados a la producción de bolas y rodillos para rodamientos.

Hay sin embargo una marcada diferencia, como más adelante veremos, entre los distintos aceros respecto a la aptitud de su puesta en forma. Normalmente suele haber una limitación de carbono (**C** ≤ 0,45%); **tabla 8.I.** Por todo ello, la elección de un determinado material para su puesta en forma depende: (1) del grado de deformación en frío o de la severidad de conformado; (2) de los aspectos económicos del proceso frente a otros métodos o técnicas de fabricación; y (3) de las propiedades requeridas en el producto final.

Los aceros más utilizados son:

- ***Aceros dulces.*** Aceros de bajo contenido en carbono (**C** ≤ 0,23%), bien sean efervescentes, bien sean calmados con silicio (**Si**), bien sean calmados con aluminio (**Al**). Los *aceros efervescentes* por su excelente condición superficial son muy indicados para algunas operaciones de conformado en frío, particularmente, para la fabricación de tuercas. En la fase de colada del acero líquido, en el proceso de elaboración del acero se añade azufre (**S**) en el centro del lingote en efervescencia, con el objeto de obtener en el producto laminado una superficie limpia y muy plástica para conformar la tuerca, y un núcleo con alto azufre, fácilmente mecanizable para perfilar la rosca. Los *aceros calmados* tienen mejor calidad interna y mayor homogeneidad estructural; y, son, particularmente, los aceros calmados con aluminio (**Al**) los más utilizados, ya que son, por norma, aceros de tamaño de grano fino.
- ***Aceros de cementación.*** Aceros al carbono y aceros aleados de baja y media aleación, generalmente, calmados con silicio (**Si**) y con una pequeña adición de aluminio (**Al**), para obtener un tamaño de grano fino. En los aceros aleados la presencia de los elementos de aleación perjudica su conformabilidad.
- ***Aceros de temple y revenido***. Aceros al carbono (**C**), aceros al carbono-manganeso (**C-Mn**), y aceros de baja y media aleación. Estos grupos de aceros presentan ya problemas de puesta en forma, debido a baja plasticidad, por lo que se requiere una adecuada estructura metalográfica de recocido –*estructura globular*– para aumentar el grado de conformabilidad del material. Para paliar, en lo posible, esa baja plasticidad se ha desarrollado un grupo de aceros aleados con bajo silicio (**Si** ≤ 0,10%) de gran plasticidad, utilizados en aquellos trabajos de muy alto grado de deformación y recalcado.
- ***Aceros al boro***. La adición de una muy pequeña cantidad de boro [$\mathbf{B}_{soluble}$ ≅ 20 ppm.] en aceros de bajo y medio carbono, aleados o no aleados, les proporciona

Tabla 8.I. Composición química de los aceros para deformación y conformación en frío. Aceros para tornillería de media y alta resistencia [**UNE-EN10263-4/2001**]

ACEROS CON BORO

Tipo de acero		Composición química de los aceros al BORO. Análisis de colada.							
Designación simbólica	Designación numérica	C %	Si %	Mn %	S % ≤	P % ≤	Cr % ≤	Mo %	B p.p.m.
17B2	1.5502	0,15÷0,20	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
23B2	1.5508	0,20÷0,25	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
28B2	1.5510	0,25÷0,30	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
33B2	1.5514	0,30÷0,35	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
38B2	1.5515	0,35÷0,40	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
17MnB4	1.5520	0,15÷0,20	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,30		8÷50
20MnB4	1.5525	0,18÷0,23	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,30		8÷50
23MnB4	1.5535	0,20÷0,25	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,30		8÷50
27MnB4	1.5536	0,25÷0,30	≤ 0,30	0,90÷120	0.025	0.025	0,30		8÷50
30MnB4	1.5526	0,27÷0,32	≤ 0,30	0,80÷1,10	0.025	0.025	0,30		8÷50
36MnB4	1.5537	0,33÷0,38	≤ 0,30	0,80÷1,10	0.025	0.025	0,30		8÷50
37MnB5	1.5538	0,35÷0,40	≤ 0,30	1,15÷1,45	0.025	0.025	0,30		8÷50
30MoB1	1.5408	0,28÷0,32	≤ 0,30	0,80÷1.00	0.025	0.025	0,30	0,08÷0,12	8÷50
32CrB4*	1.7076	0,30÷0,34	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,9÷1,2		8÷50
36CrB4*	1.7077	0,34÷0,38	≤ 0,30	0,70÷1,00	0.025	0.025	0,9÷1,2		8÷50
31CrMoB2-1	1.7272	0,28÷0,33	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,4÷0,55	0,10÷0,15	8÷50

ACEROS SIN BORO

DESIGNACIÓN		C %	Si %	Mn %	S % ≤	P % ≤	Cr %	Mo %	Ni %
Simbólica	Numérica								
C35EC	1.1172	0,32÷0,39	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	-	-	-
C45EC	1.1192	0,42÷0,50	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	-	-	-
37Mo2	1.5418	0,35÷0,40	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	-	0,20÷30	-
38Cr2	1.7003	0,35÷0,42	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	0,40÷60	-	-
46Cr2	1.7006	0,42÷0,50	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	0,40÷60	-	-
34Cr4	1.7033	0,30÷0,37	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	-	-
37Cr4	1.7034	0,34÷0,41	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	-	-
41Cr4	1.7035	0,38÷0,45	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	-	-
25CrMo4	1.7218	0,22÷0,29	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
34CrMo4	1.7220	0,30÷0,37	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
37CrMo4	1.7202	0,35÷0,40	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
42CrMo4	1.7225	0,38÷0,45	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
34CrNiMo6	1.6582	0,30÷0,38	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	1,3÷1,7	0,15÷0,3	1,3÷1,7
41NiCrMo7.3.2	1.7076	0,30÷0,34	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,70÷0,9	0,15÷0,3	1,65÷2.-

una excelente templabilidad y una suficiente resistencia mecánica y tenacidad, sin merma del grado de conformabilidad en frío.

Aunque, realmente, los aceros al boro podrían incluirse en el grupo de aceros de temple y revenido, pero su gran difusión y excelente adaptación en tornillería nos ha llevado a incluirlos en un grupo aparte del que hablaremos, ampliamente, más adelante.

8.1.1. *Características y propiedades fundamentales de los aceros para deformación en frío*

Al considerar las características y propiedades más importantes de este grupo de aceros, hay que tener muy en cuenta las siguientes: (1) alta plasticidad en frío; (2) adecuada composición química; (3) adecuada estructura micrográfica; (4) limpieza y morfología de inclusiones, procurando que sean las menos perjudiciales; (5) buena condición superficial; (6) control de los contenidos en elementos residuales; (7) tamaño de grano. El tamaño de grano fino imparte ductilidad y mejor superficie de acabado; aunque con relación a la maquinabilidad del material, exigida en algunas ocasiones, no es lo más adecuado.

En realidad todos estos aspectos, debidamente conjuntados ente sí, dan lugar a la característica más importante de los materiales para deformación en frío, que podríamos denominar lo que es la ¨**conformabilidad**¨. Cualquier alteración en alguna de estas consideraciones puede dañar muy sensiblemente el criterio de conformabilidad.

8.1.1.1. *Plasticidad del acero*

La aptitud del material para ser conformado en frío depende en primer lugar de la plasticidad, es decir, de la capacidad que tiene el acero de dejarse deformar sin romperse. La plasticidad del material se valora de diversas maneras, pero hay opiniones encontradas sobre la validez de los diversos métodos empleados en su evaluación.

Hay que tener en cuenta que en el conformado y forjado en frío, se incluyen operaciones muy diferentes como puede ser un simple recalcado, un fileteado, una extrusión, un estirado, etc. Se han de tener, también, en consideración las condiciones específicas de esas operaciones que son muy distintas según sea la velocidad y grado de deformación, el lubricante empleado, el diseño del utillaje, etc.

8.1.1.2. *Dureza*

La **dureza** de suministro del material a trabajar puede ser un criterio interesante y en la actualidad se considera que juega un papel muy relevante, si se tiene en cuenta la poca importancia que años atrás se le venía concediendo. Otro concepto que define la capacidad del metal a ser conformado en frío es la relación entre límite elástico y resistencia (**LE/R**), cuyo resultado interesa que sea el más bajo posible, cuando se realiza el ensayo de tracción correspondiente, ya que tal relación puede definir la capacidad de deformación del material en la zona de plasticidad. Por norma, aquellos aceros que tienen una relación **LE/R** ≤ 0,60 se consideran aptos para los trabajos de conformación en frío.

8.1.1.3. *Estricción*

La estricción –*reducción de área mediante el ensayo de tracción*– ha sido utilizada, en multitud de ocasiones, como medida de la aptitud a la deformación en frío. Cuando se especifica un mínimo de estricción (**Z** ≥ 70%), con el objeto de garantizar una buena ductilidad del material; es natural que se indique, también, el nivel de resistencia a la tracción (**R**): **R** ≤ 55 Kg/mm^2 ≤ 540 MPa.

Otras investigaciones buscaron criterios que se han considerado mejores para caracterizar la aptitud a la conformación en frío; el **ensayo torsión-tracción**, es un caso concreto que se aplica particularmente a los materiales que se han utilizar en trabajos de extrusión. El ensayo consiste en realizar, sobre probeta, primero una deformación por torsión y después hacer sobre la misma una tracción axial para medir la estricción habida (%**Z**).

Una forma sencilla, que creemos muy válida, y fácil de efectuar, es el **ensayo de recalcado** que nos da una valoración rápida del comportamiento del acero ante su conformabilidad en frío. La prueba consiste en cortar una probeta, del acero a ensayar, de una longitud igual **1,5** veces su diámetro: se recalca a un tercio (**1/3**) de su altura y si la probeta no se agrieta, el material es apto para la estampación en frío: **figura 8.1**. El ensayo de recalcado (**1/3**) es, en la práctica, el ensayo más habitual en el sector de tornillería.

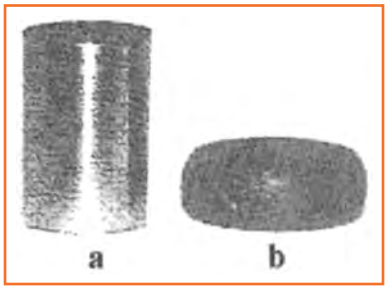


Figura 8.1. Ensayo de recalcado: (**a**) probeta de altura h_0 = 1,5 ø; (**b**) recalcado 1/3 h_0.

8.1.1.4. *Composición química*

Aunque cualquier acero de construcción mecánica puede ser fabricado en la calidad ¨**deformación en frío**¨, su composición juega un papel determinante en la plasticidad del material a través de su propia dureza intrínseca de composición, o bien por la de su estado en bruto de laminación y/o, asimismo, por la dureza de recocido. Todos los elementos presentes en el acero contribuyen a su endurecimiento, pero cada uno de ellos en proporciones distintas y variables:

- El **carbono** es el elemento más activo del endurecimiento, pero su presencia en el acero es indispensable en la mayoría de los casos.

- Los elementos que tienen tendencia a formar carburos –*cromo* (**Cr**), *molibdeno* (**Mo**), *vanadio* (**V**), etc.– presentan un mínimo efecto sobre el endurecimiento de la ferrita, siempre que los carburos formados estén suficientemente globulizados en la matriz ferrítica y en toda la masa del material. El efecto endurecedor depende, mayormente, del tratamiento térmico; endurecimiento que es creciente cuando en la composición química del acero, se pasa del molibdeno al cromo y del cromo al vanadio: **Mo → Cr → V.**

- Los elementos que quedan en solución sólida en la ferrita –*silicio* (**Si**), *cobre* (**Cu**), *manganeso* (**Mn**) y *níquel* (**Ni**)– tienen un efecto endurecedor mayor: el **manganeso** y el **níquel** en menor cuantía. La presencia del **boro** (B), en muy pequeñas proporciones, no endurece la matriz ferrítica del acero en estado recocido, pero sí actúa muy significativamente sobre la templabilidad.

- El **silicio** está considerado como un elemento ¨nocivo¨ de los aceros que se han de conformar en frío. El contenido máximo está limitado al 0,25 por 100 (**Si** ≤ 0,25%). En casos muy particulares se fija su cuantía en un máximo de 0,15 por 100 (**Si** ≤ 0,15%).

- El **cobre** tiene un efecto endurecedor todavía más elevado. Por lo que su contenido en este tipo de aceros está limitado a un máximo de 0,10 por 100 (**Cu** ≤ 0,10), según especificaciones.

Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado, se confirma el interés de las adiciones de **boro** (**B**) en los aceros para la deformación en frío. En estos últimos 40 años ha habido un gran aumento en la producción de **aceros al boro**, particularmente, diseñados para el sector de tornillería.

8.1.1.5. *Tratamiento térmico*

En el caso de piezas de cierta complejidad de hechurado y con un alto grado de conformado; si se quiere tener éxito en la operación de trabajado en frío, utilizando para ello aceros con carbono superior al 0,20 por 100 (C > 0,20%), es necesario que el material correspondiente presente, antes de su puesta en forma, una estructura globular: glóbulos de cementita repartidos en una matriz ferrítica; **figura 8.2**. Para alcanzar una estructura globular suficientemente correcta, se recomiendan diversas formas de recocido, casi siempre, en función de la composición química del acero.

Figura 8.2. Microestructura globular con 90% de globulización: glóbulos de cementita repartidos en una matriz ferrítica. **Acero 36MnB4**.

El material laminado en caliente se somete, preferentemente, a un recocido de globulización que, como se sabe, es un tratamiento con el cual se consigue una baja dureza y resistencia del acero. La globulización se consigue calentando y manteniendo el material largo tiempo, a una temperatura de recocido ligeramente superior a la crítica $\mathbf{Ac_1}$ [Tª = (725 ÷ 740 ºC)] –*otras veces ligeramente por debajo de* $\mathbf{Ac_1}$ [Tª ≈ 700 ºC]–, según la composición del material. Finalizado el tiempo de calentamiento, se inicia el enfriamiento controlado de 10 ºC/hora hasta alcanzar una temperatura por debajo y próxima a 600 ºC; conseguida esta temperatura cesa entonces el enfriamiento controlado y el material se deja en el horno que se enfríe hasta la temperatura ambiente; **figura 8.3.**

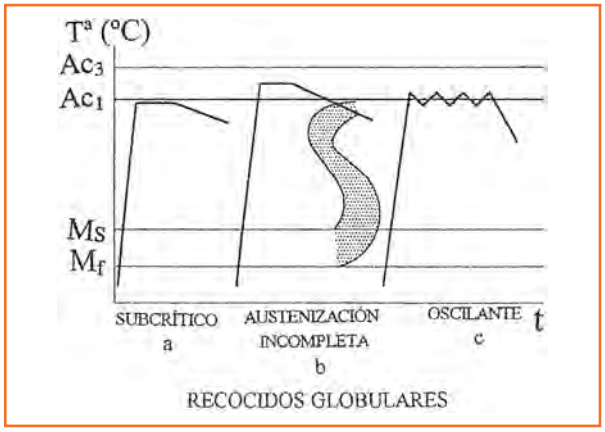


Figura 8.3. Diagrama de secuencia temperatura-tiempo (**TT**) correspondiente a las distintas formas de recocido globular: (**a**) subcrítico; (**b**) de austenización incompleta; y (**c**) oscilante.

El control final, del material recocido, se efectúa mediante una toma de muestras, por carga de horno, con las cuales se realizan: (1) ensayos de tracción: resistencia [**R** ≤ 55 Kgs/mm² ≤ 540 MPa] y estricción (**Z** > 70%); (2) examen microscópico de la estructura para determinar la tasa de globulización obtenida –*valor admisible* ≥ 90%– y se comprueba, también, el tamaño y distribución de los glóbulos de perlita; (3) ensayo de recalcado en frío a **1/3.**

8.1.1.6. *Condición superficial*

El estado superficial, y sus defectos, influyen de forma muy importante en el resultado de la puesta en forma

en frío. Por lo cual se vigilan muy exhaustivamente las profundidades máximas de los defectos según las especificaciones de los usuarios y, mayormente, según las diferentes normas que sobre estos productos existen.

Hoy día ya no se habla de que los defectos superficiales admisibles sean menores de una profundidad determinada, sino que el receptor del material señala en sus pliegos de condiciones de suministro: ¨*ausencia total de defectos superficiales*¨. Dado que, la mayor o menor cuantía de los defectos tiene cierta dificultad de interpretación; las normas más usuales no se refieren a una profundidad máxima de defectos –*algunos hablan de defectos* ≤ 0.05 mm– sino que adoptan ensayos tecnológicos, preferentemente, el de recalcado a **1/3.**

Para el ensayo de recalcado, como ya hemos adelantado, se deben extraer probetas rectas cuya longitud sea **1**,**5** veces su diámetro [$\mathbf{h_0 = 1{,}5\ d}$] del material a ensayar; las superficies finales de las secciones han de ser planas y paralelas **entre sí**; **figura 8.4**. Efectuado el ensayo hay que tener en cuenta, sobre todo, si ha habido grietas superficiales en la probeta aplastada: (1) si aparecen grietas en el sentido recto y perpendicular a su diámetro, entonces existe la posibilidad de que en el material haya defectos superficiales; (2) cuando la grieta tiene una inclinación aproximada de **45º** respecto a la dirección del esfuerzo aplicado –*grietas de cizalladura*–, indica que el material tiene una ductilidad insuficiente y, por tanto, no tiene la necesaria plasticidad. En ambos casos el material ensayado no es apto para ser conformado en frío; **figura 8.5.**

Finalmente indicar que hay condiciones superficiales no aptas para la deformación en frío que proceden, eventualmente, de materiales estándar –*colada convencional*

Profundidad de defecto compatible con ensayos de recalcado satisfactorios (d: diámetro)

Aceros	Grado de recalcado		
	1/3	1/4	1/5
Aceros al carbono y al boro con %C<0,23	1,25%d	1%d	0,75%d
Aceros al carbono (%C>0,25) o aleados en estado recocido	1%d	0,75%d	0,5%d

Figura 8.4. Ensayo normalizado de recalcado y profundidad de defectos compatibles con ensayos de recalcado satisfactorios.

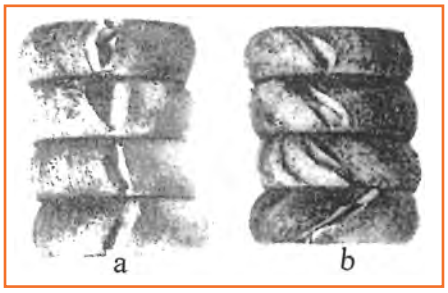


Figura 8.5. Defectos de recalcado: (**a**) defectos superficiales presentes en el acero; (**b**) falta de plasticidad en el acero.

y/o *de colada continua*– con poros o defectos subcutáneos, que dificultan muy mucho su puesta en forma en frío.

8.1.1.7. *Descarburación*

La descarburación total o parcial no presenta a priori ningún inconveniente; por el contrario su presencia puede suponer una ventaja, ya que una disminución del contenido de carbono en la superficie del acero aumentaría la ductilidad del material y, además, frenaría la propagación de fisuras.

Teniendo en cuenta que las piezas conformadas en frío, generalmente, son piezas acabadas o que han de sufrir algún tratamiento térmico posterior –*bonificado*, *cementación*, *carbonitruración*, *temple por inducción*, etc.–; una disminución de carbono en la superficie de la pieza mermaría y, casi siempre dificultaría, la consecución de las características específicas requeridas en su trabajo mecánico.

Aunque en la mayoría de casos se exige una ausencia total de descarburación –*tal como ocurre en los productos torneados* y *rectificados*–; en algunas ocasiones se admiten pérdidas de carbono parciales, superficiales, de hasta el 1 por 100 (**1**%) del diámetro o espesor del material estirado en frío o trefilado.

8.1.1.8. *Inclusiones no metálicas*

Toda inclusión produce una discontinuidad en la matriz ferrítica del acero y es fuente de posibles grietas, o de fisuras, en el trabajo de conformación en frío del material. Las inclusiones que se generan en los procesos de elaboración del acero –*a excepción de aquellas calidades de acero en las que se realizan, voluntariamente, adiciones de azufre* (**S**), *plomo* (**Pb**), *bismuto* (**Bi**)… etc.– son, principalmente, sulfuros, óxidos y, eventualmente, carbonitruros de titanio (**Ti**), de circonio (**Zr**), de

niobio (**Nb**). Las inclusiones de óxidos son del todo perjudiciales y no aptas para una buena conformación plástica en frío de los aceros. Por ello debe vigilarse intensamente la limpieza inclusionária de los materiales utilizados en procesos de deformación en frío. Se han de vigilar muy particularmente las alúminas (**Al_2O_3**), que son las llamadas inclusiones duras.

Los sulfuros son nefastos también, para el trabajo de puesta en forma en frío. Los sulfuros alargados, precipitados en los límites de grano, originan una falta de cohesión del material y tienen tendencia a abrirse. Se puede evitar, en lo posible, tal tipo de inclusiones y con ello se aumenta, sensiblemente, la plasticidad del material:

- Modificando la morfología de los sulfuros –*globulización de los sulfuros con adiciones controladas de selenio* (**Se**), *o de teluro* (**Te**)– para obtener en el material la suficiente ductilidad que resista fuertes deformaciones.

- Modificando la morfología de los silicatos y las alúminas –*inclusiones duras*– mediante una adición controlada de calcio (**Ca**) en el acero; las inclusiones disminuyen en número, se hacen más blandas, más uniformes, y más pequeñas mejorando muy mucho la plasticidad en frío del material. Con la adición de calcio (**Ca**) en el acero: (1) desaparecen las cadenas o rosarios de alúminas de elevada dureza; y (2) hay una reducción de los silicatos, formándose óxidos globulares de tamaño pequeño y relativamente más blandos.

- Disminuyendo fuertemente el contenido de azufre (**S**) en el acero. Son conocidos distintos trabajos en los que, bajando el azufre en el acero a menos de 20 ppm (**S** ≤ 20 ppm), el material presenta una elevada conformabilidad sin necesidad de recurrir a tratamientos térmicos de globulización.

Los nitrocarburos –*de* **Ti**, *de* **Zr**, *de* **Si**, etc.–, al igual que los óxidos y los sulfuros alargados, son perjudiciales para la plasticidad del acero; pero dado que sus contenidos son muy pequeños, su efecto global sobre la plasticidad del material es también, prácticamente, despreciable. Hay que tener en cuenta, además, los problemas de defectos internos –***chevrons***— producidos en los procesos de extrusión de los materiales trefilados y calibrados en frío. Tales defectos son descohesiones internas en forma de punta de flecha, sombrero chino, en uve (**V**), etc; **figura 8.6**. Los **chevrons** se originan, preferentemente, en los procesos de extrusión directa, donde tienen una influencia negativa las segregaciones internas que

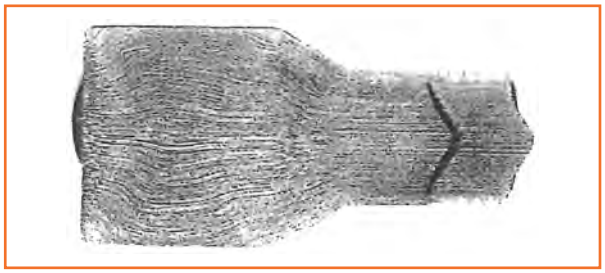


Figura 8.6. **CHEVRONS**. Descohesiones internas en forma de **V** que se originan, básicamente, en los procesos de extrusión directa. Los factores más importantes que influyen en su origen son: (1) atribuibles al material–*segregaciones internas* y *acumulación de inclusiones*–; (2) factores al material –*ángulo de la hilera de estirado*, *tasa de reducción de la sección transversal extrusionada*, *coeficiente de rozamiento material/herramienta*–.

pueda tener el material –*falta de ductilidad*–, así como la acumulación de inclusiones del mismo. En el origen de los chevrons influyen, además, otros parámetros que son ajenos al material, tales como: (1) ángulo de la hilera de estirado; (2) grado de reducción de la sección extrusionada; (3) coeficiente de rozamiento entre material /hilera, etc.

8.1.1.9. *Tamaño de grano*

Los aceros para trabajos de deformación en frío han de ser de tamaño de grano fino y homogéneo [(**5 ⟩7**) **ASTM**]. Cuanto mayor es el tamaño de grano, el grado de reducción de forja o estampado en frío es menor y, por tanto, menor es también plasticidad del material. Está confirmado que cuando más heterogéneo es el tamaño de grano, mayor es la oposición del material a fluir, uniformemente, durante su puesta en forma en frío. El acerista tiene que poner gran atención en los procesos de elaboración del material en caliente, particularmente, en el control de las temperaturas finales de laminación; con el fin de obtener, en el acero, un tamaño de grano fino y homogéneo. Sobre todo, cuando el material va a ser conformado en frío sin recocido previo.

8.1.1.10. *Elementos residuales*

Los elementos residuales aumentan ligeramente el límite elástico del acero y, por tanto, aumenta: (1) los esfuerzos necesarios para el trabajo de conformación en frío; (2) el desgaste de las herramientas; (3) los riesgos de fisuración y grietas, a partir de los eventuales defectos superficiales.

Las normas especifican los contenidos máximos de los elementos residuales de mayor influencia: cromo (**Cr**), cobre (**Cu**), estaño (**Sn**) y fósforo (**P**). El fósforo (**P**) y el estaño (**Sn**) son los elementos que tienen mayor influencia negativa sobre la ductilidad del material, particularmente cuando el acero se somete a trabajos de recalcado en frío. A pesar de tan amplios argumentos sobre las exigencias de calidad, los aceros para forja y estampación en frío precisan de ciertos cuidados especiales, tal como hemos indicado a lo largo de este capítulo.

En los trabajos de puesta en forma en frío, el nitrógeno presente en el acero produce fragilidad debido al envejecimiento del material, que se traduce en un aumento de la dureza y del límite elástico, al mismo tiempo que se produce una marcada disminución de la ductilidad. Es por lo que es muy importante mantener, en los aceros para trabajos en frío, niveles de nitrógeno lo más bajos posibles; es aconsejable no sobrepasar las 80 ppm (**N** ≤ 80 ppm).

Resumiendo: en las normas de recepción de los aceros para trabajos de conformación en frío destacamos, fundamentalmente, los valores siguientes:

- Composición química.
- Resistencia máxima admisible y estricción mínima, en estado de suministro.
- Profundidad de descarburación parcial admisible.
- Calidad superficial, caracterizada por la profundidad admisible de los defectos; evaluados, generalmente, por el ensayo de recalcado.
- Dureza mínima (**HRC** ≥ 40) del material después del temple; dureza medida en el centro de la sección o núcleo de la probeta ensayada.

(*Continuará*)

HORNOS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS AL VACÍO

- Temple Gas
- Temple Aceite
- Revenido
- Recocido
- Soldadura Brazing
- Sinterizado
- MIM
- Nitruración Baja Presión
- Nitruración Iónica
- Cementación Baja Presión

EL ESPECIALISTA EN HORNOS DE VACÍO DESDE HACE MÁS DE 70 AÑOS

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L
Polígono Erletxe, Plataforma B, Nave 5 - 48960 GALDACANO - ESPAÑA
Telf. (+34) 944 262 522 - Fax. (+34) 944 262 262
info@aplitec-tt.com - www.aplitec-tt.com - www.bmi-fours.com

INGENIERÍA DE REFRACTARIOS Y COMBUSTIÓN

Compromiso y fiabilidad

DEGUISA

www.deguisa.com

TECRESA®
TECNICAS DE REFRACTARIOS, S.A.U.
A member of the STEULER Group

EMPRESA LIDER EN MONTAJE, SUMINISTRO, MANTENIMIENTO Y SUPERVISION DE REVESTIMIENTOS REFRACTARIOS
Revestimientos Refractarios Industriales
Pavimentos Industriales – Protección de Superficies
Reparación y Refuerzo Estructural – Protección Pasiva contra Incendios
Ingeniería de Revestimientos Refractarios - Estudios de Eficiencia Energética

CENTRAL
Ribera de Zorrozaurre 15, 2º
Tf: +34 902 11 89 47 Fax: +34 944 48 37 32
48014 BILBAO
www.tecresa.com · tecresa@tecresa.com

DELEGACIONES
Asturias
Andalucía
Galicia
Cantabria

Flexinox INDUSTRIAL
www.flexinox.com

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

TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS

REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRECTARIAS)

Representante para España de AUBE-LINDBERG

FILINOX, S.A.
C/ Sant Adrià, 76
08030 Barcelona
Tel.: 93 223 26 62
Fax: 93 223 26 67
customer@inoxidables.com

PYRO® CONTROLE
CHAUVIN ARNOUX GROUP

SSi SUPER SYSTEMS INC.

HITECH INSTRUMENTS LTD

TKK EREMA
TOKAI KONETSU KOGYO CO. LTD.

WINNER TECHNOLOGY CO.,LTD.
주식회사 위너테크

- Sondas de oxígeno
- Analizadores de gases
- Pruebas de uniformidad de temp. AMS2750D, E y CQI9 r3
- Sondas de temperatura
- Videoregistradores
- Reguladores de temperatura
- Thyristores
- Resistencias CSi y MoSi2
- Automatización de hornos

ENTESIS technology
Guitard 72 baixos, E-08014 Barcelona
Tel. (+34) 93 410 54 54, Fax (+34) 93 419 97 33
www.entesis.net · e-mail:info@entesis.net

APLITEC

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

CFC

CODERE SA

Utillaje forming

ECONOX SA

RD

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

Fabricamos hornos y estufas industriales
Modelos stándars y especiales

tecno piro®
www.tecnopiro.com

Hornos del Vallés, S.A
Barcelona (Spain)
T/ 936 926 612 - 606 134 562
hdv@tecnopiro.com

PROYCOTECME
HORNOS INDUSTRIALES

Especialistas en tratamiento térmico

SOLO
Borel Special Furnaces

HORNOS VERTICALES, TRANSFER Y CONTINUOS
HORNOS Y ESTUFAS

PANELES DE GASES
PANELES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN
CONSUMIBLES Y CALDERERÍA
CONSUMIBLES FUNDICIÓN

Ipsen

Tel: +34 938 467 984
www.proycotecme.com
proycotecme@proycotecme.com

Interbil

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

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

www.interbil.es

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

HORNOS INDUSTRIALES

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

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

Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies

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

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

wheelabrator
shaping industry

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

alju

- Granalladoras.
- Instalaciones de chorreado manual y automático.
- Líneas de granallado y pintado.
- Filtros de aspiración.
- Piezas y calderería antidesgaste.
- Esmeriladoras pendulares.

FABRICANTES CON INGENIERÍA PROPIA

Teléf.: +34 944 920 111 • e-mail: alju@alju.es • www.alju.es

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@gmx.es

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC

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

CRONITE

Better by design

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

Cronite Ibérica: Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno. 609 419 325 - Fax +33 243 212 463
E-mail: maricarmen.garcia@cronite-group.com - www.cronite-group.com

ERVIN

The World Standard for Quality

Ervin es el fabricante especialista en granalla de Acero y Granalla de Acero inoxidable.
No sólo ofrecemos la mejor calidad de granalla del mercado, sino también un excelente servicio técnico.

- **Máxima productividad, mínimo coste**
- **Desgaste reducido**
- **Reducción del polvo y de la eliminación de residuos**

Por favor, póngase en contacto con el Sr. Manuel Forn:
M +34 628 531 487 mforn@ervin.eu www.ervin.eu

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

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG

REPRESENTANTE PARA ESPAÑA Y PORTUGAL
Tecnymat Aceros, S.L.
Polígono Industrial Ugaldeguren 3 - Parcela 17-2, Nave 1
48170 Zamudio (Vizcaya)
Teléf.: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@tecnymat.com

SOLO
Switzerland
Hornos industriales para el tratamiento térmico
www.soloswiss.es
SOLO Swiss SA
email : mail@soloswiss.com - tel. : +34 656 878 067

Ipsen
www.Ipsen.de
Your Total Solutions Provider

Borel
Standard Furnaces & Ovens
Switzerland
Hornos industriales y estufas
www.borel-hornos.com
Borel Swiss SA
email : borel@soloswiss.com - tel. : +34 656 878 067

HOT
écnicas en Hornos HOT S.L.
- HORNOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO
- UTILLAJES, PARRILLAS, CESTAS
- PINTURAS PROTECTORAS
- HORNOS DE LABORATORIO
- DISEÑO, CONSTRUCCION Y ASESORAMIENTO
- SERVICIO TÉCNICO, REPUESTOS
RICHELIN
Group
Lohmann
Qualität in Edelstahl
Stop off paints LUISO
TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.
Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain
e-mail: hot@tecnicashot.com
TF : + 34 943 33 72 33
Fax : + 34 943 33 72 34
Mv. : + 34 609 20 00 90

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

insertec
Furnaces & Refractories
Etxerre Kaminoa 21 \
48970 Basauri \
Bizkaia \ Spain
Tel.: +34 - 944 409 420
Fax: +34 - 944 496 624
email: insertec@insertec.biz
www.insertec.biz

Generación económica para un Vacío óptimo
Busch Ibérica S.A.
+34 (0)93 861 61 60
busch@buschiberica.es
www.buschiberica.es
BUSCH
Bombas y Sistemas de Vacío

AMETEK
MATERIALS ANALYSIS DIVISION
Analizadores Estacionarios de Metales
La solución integral para sus necesidades de análisis de metales
SPECTROLAB
Máximas prestaciones para la siguiente generación de analizadores de metal
SPECTROMAXx
El Analizador de Metales Preferido
SPECTROCHECK
Las máximas prestaciones y fiabilidad al precio más bajo posible
¡Celebramos 40 años!
SPECTRO 40 YEARS
944 710 401 • comercial@spectro.es

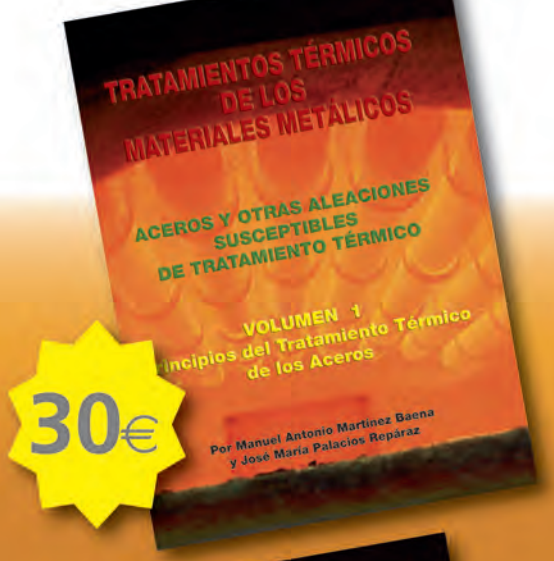
INDICE de ANUNCIANTES

3D ADDITIVE 7
APLITEC 47
ARROLA 5
B.M.I. 47
BAUTERMIC 46
BIEMH ..... INT. PORTADA
BOREL SWISS 49
BUSCH 49
CRONITE 17
DEGUISA 47
ENTESIS 47
ERVIN 48
FLEXINOX 47
GRUPO PIROVAL 46
HEA ..... CONTRAPORTADA
HORNOS DEL VALLÉS 47
HOT 19
INSERTEC 49
INTERBIL 48
IPSEN 49
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS ..... INT. CONTRAPORTADA
NAKAL 15
ONDARLAN 23
PROYCOTECME 47
REVISTAS TÉCNICAS 9
SOLO SWISS 49
SPECTRO 49
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN 11
TECNYMAT 13
TECRESA 47
WHEELABRATOR 48
WS-INTERBIL ..... PORTADA

Próximo número

FEBRERO

Hornos de vacío, de campana, continuos, de temple y de revenido. Refractarios. Útiles para hornos. Gases especiales. Atmósferas. Quemadores. Medidas. Control no destructivo. Temperatura. Dureza. Aislamientos. Lubricantes. Fluidos. Medio ambiente.



¡Ya a la venta el Volumen 4!

Con la aparición del 4º volumen "Fundiciones de hierro y otras aleaciones no férreas susceptibles de tratamiento térmico" del título general de la obra "Tratamientos Térmicos de los Materiales Metálicos, Aceros y otras Aleaciones susceptibles de Tratamiento Térmico" de D. Manuel Antonio Martínez Baena cierra el ciclo de una obra estructurada en 4 libros,

La primera parte del volumen 4, se refiere a las fundiciones de hierro, pasando revista a las fundiciones grises, a las fundiciones atruchadas y fundiciones blancas.

Se incluyen también los 2 tipos de fundiciones maleables: la de corazón negro y la de corazón blanco, así como los procesos térmicos de recocido para su obtención a partir de la fundición blanca. Capítulo aparte merecen las fundiciones especiales: las de grafito compacto y las de grafito esferoidal. Igualmente reciben una cuidadosa atención las fundiciones calidad ADI, en las que se detalla en profundidad, dada su especificidad, el tratamiento térmico. Al mismo tiempo que se hace un breve comentario sobre las fundiciones ACI y las AGI.

La segunda parte del libro está dedicada a las aleaciones no férreas, tanto para forja, como para moldeo: bonificables o no bonificables. En las aleaciones de cobre se analizan tanto los latones, como los bronces ordinarios, así como las calidades de mayor aleación: cuproaluminio, cuprosiliceos, cuproberilios y cuproníqueles.

Finalmente se dedica un capítulo a las aleaciones de titanio y su tratamiento térmico. Tras la clasificación de las distintas familias, son adecuadamente descritas las aleaciones alfa α, las beta β, así como las Alfa α + beta β.

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

HORNOS A GAS DE ALTA HOMOGENEIDAD

HEA
SINCE 1945

HORNOS INDUSTRIALES

www.alferieff.com • hea@hornoshea.com
Telféfono: +34 91 639 69 11