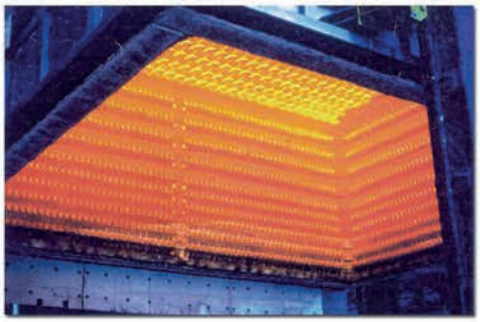
TRATER Press

ABRIL 2020 • Nº 76

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es

Hornos
Laboratorio e industriales



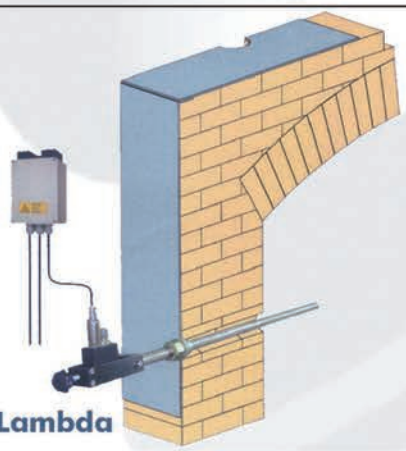
Quemadores
recuperativos y regenerativos

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

AEG
Power supply systems

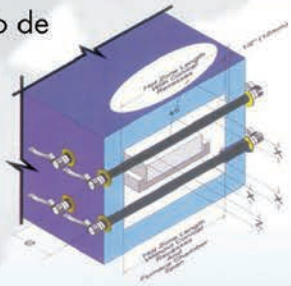
Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic



Sonda Lambda

Carburo de Silicio



interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

www.interbil.es

MoSi2 (Hasta 1800°C)

Fabricación de resistencias

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

KNOW THE FUTURE

Bilbao-Spain,
23-27 noviembre 2020

LA TECNOLOGÍA
QUE CAMBIARÁ
EL MUNDO

31 BIEMH
YOU MAKE IT BIG

En paralelo

ADDIT3D
FERIA INTERNACIONAL DE FABRICACIÓN ADITIVA Y 3D

bedigital
TRANSFORMING INDUSTRY

imic
industrial maintenance innovation conference

#BIEMH2020

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.

Ingeniería 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

Sumario • Abril 2020 - Nº 76

Información

- RS Components lanza un sensor de temperatura de infrarrojos de bajo coste y alto rendimiento, que cabe en espacios reducidos **4**
- Inteligencia artificial, superficies funcionales y productos más ligeros, tendencias en auge en la industria - *Por Eurecat* **6**
- Medición múltiple de piezas en producción **12**
- InnovaAtlántico 4.0 **18**
- ZwickRoell y Eurecat colaboran en la implantación de una nueva tecnología para predecir resistencia a impacto y fractura en materiales **20**
- Experiencias de éxito en gestión de la innovación para pymes industriales - *Por Instituto de Fundición Tabira* **22**
- AEROTRENDS, el Congreso de Tendencias en Aeronáutica y Espacio, vuelve con la mirada puesta en el futuro **30**
- Algunas consideraciones sobre los aceros de construcción mecánica destinados a la industria automovilística. Aceros para muelles. Aceros de alto límite elástico (Parte IX) - *Por Manuel Antonio Martínez Baena* **33**

Guía de compras 39

Índice de Anunciantes 42

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

RS Components lanza un sensor de temperatura de infrarrojos de bajo coste y alto rendimiento, que cabe en espacios reducidos

RS Components (RS), marca comercial de Electrocomponents plc (LSE:ECM), distribuidor global multicanal, ha presentado el sensor de temperatura de infrarrojos de RS PRO, un sensor de salida de voltaje sin contacto y de bajo coste que ha sido diseñado para el mantenimiento de fábricas, reparaciones y operaciones (MRO) en entornos de fabricación inteligentes.

Los ingenieros de mantenimiento suelen preguntar a RS por un sensor de temperatura pequeño y asequible, que quepa en espacios ajustados y muestre la temperatura medida in situ, para no tener que volver a la sala de control a comprobarla. El nuevo sensor de temperatura de infrarrojos RS PRO está diseñado para cumplir con estos requisitos. Es extremadamente pequeño (tiene solo 30 mm de profundidad x 31 mm de diámetro) y cuenta con una entrada lateral para cable que facilita el montaje en espacios pequeños. Además, el sensor muestra la temperatura en una pantalla OLED integrada con retroiluminación, sin necesidad de contacto con la superficie a medir. Esto lo hace ideal para situaciones en las que no se pueden usar sondas de contacto, porque el objetivo está en movimiento o es inaccesible.

El nuevo sensor de RS PRO puede medir temperaturas superficiales desde 0 hasta 1.000 °C con una precisión del ±1,5% de la lectura o ±1,5 °C, lo que sea mayor, y una repetibilidad del ±0,5% de la lectura o ±0,5 °C. Su tiempo de respuesta es de tan solo 250 ms, permitiendo una monitorización continua mediante instrumentación de procesos industriales a través de la salida de voltaje DC.

El sensor proporciona salidas de tensión y de alarma simultáneas. La salida de tensión se puede configurar como 0-5VDC, 1-5VDC o 0-10VDC, con escalas de rangos de temperatura ajustables usando los controles integrados en el sensor. La salida de alarma es de tipo colector abierto y permite definir tanto el umbral de temperatura como la histéresis.

De fábrica, el sensor está configurado para medir superficies no reflectantes como papel, plásticos, goma, madera, asfalto, comida, fármacos, materiales orgánicos y metal pintado. Para medir la temperatura de superficies reflectantes sólidas o líquidas, el usuario puede ajustar los parámetros de emisividad entre 0,20 y 1,00.

El sensor de temperatura de infrarrojos RS PRO está equipado de serie con un cable de 1 m de largo que se puede extender usando bloques de terminales o conectores. De manera opcional, está disponible un collar para purgar aire que ayuda a mantener la lente limpia del humo, gases, polvo, vapor u otros potenciales contaminantes.

Ya disponible en las regiones EMEA y Asia Pacífico, el nuevo dispositivo cuenta con certificación IP65, tiene un precio muy competitivo y viene con el sello de aprobación RS PRO, lo que significa que ha sido probado de manera rigurosa para cumplir con los exigentes estándares de la industria.

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

publiadk

Inteligencia artificial, superficies funcionales y productos más ligeros, tendencias en auge en la industria

Por Eurecat

La implantación de la Inteligencia Artificial en los procesos de producción para poder tomar decisiones en tiempo real y los avances en tecnologías de micro y nanoestructuración para la funcionalización superficial de materiales, así como las nuevas tecnologías y materiales para afrontar los retos de fabricación ligera son innovaciones industriales en auge, que se traducirán en productos y procesos de producción más competitivos.

Así lo expone el director científico de Tecnologías Industriales del centro tecnológico (miembro de Tecnio), Ricard Jiménez, quien subraya que "la Inteligencia Artificial no sólo es una nueva prestación en los productos que vamos a adquirir", sino que "también es un nuevo paradigma en los procesos que los fabrican".

Según explica, con la denominada Industria 4.0 "las tecnologías de manufactura están cada vez dotadas de más sensores y es posible disponer de más datos para conocer el estado de los procesos, mejorar la eficiencia y asegurar la calidad y la personalización de los productos".

Toda esta información fluye por redes con gran ancho de banda y es procesada a mucha más velocidad que hace unos años, por lo que la Inteligencia Artificial "ya podría apoyar el estado completo de una planta de producción y permitir la toma de decisiones óptimas en tiempo real", remarca.

En su opinión, esta evolución "hace posible vislumbrar ya en algunos sectores industriales el paradigma de la 'cibermanufactura', plantas de producción con procesos que anticipan y corrigen errores productivos y que aprenden autónomamente a medida que solucionan nuevas situaciones".

"Este gran paso adelante es fruto no sólo de los avances en tecnologías concretas, sino de la convergencia de todas ellas para un mismo propósito", indica Jiménez, que pone de relieve que el abanico de tecnologías hardware, como sensores, actuadores, redes de comunicación, microprocesadores, mecatrónica y robótica, "permiten desplegar el equivalente al sistema nervioso y neuromuscular de las plantas de producción".

Por otra parte, apunta, la batería de tecnologías software, como la Inteligencia Artificial, la ciencia de datos y la ingeniería del conocimiento, "nos permite dotar de cerebro en todo este entorno, un cerebro centralizado, como es el de la computación en la nube, y multitud de cerebros distribuidos, en el caso de la computación ubicua". Todo esto hay que dotarlo, "de un robusto sistema inmunológico, que sería el cometido de los sistemas de ciberseguridad", añade.

Para Jiménez, con plantas de producción funcionando así, "será mucho más fácil afrontar retos globales como el de la economía circular y la responsabilidad social corporativa".

Superficies funcionales

De acuerdo con el director científico del Área Industrial de Eurecat, las tecnologías para inducir cambios en las

metalmadrid `20

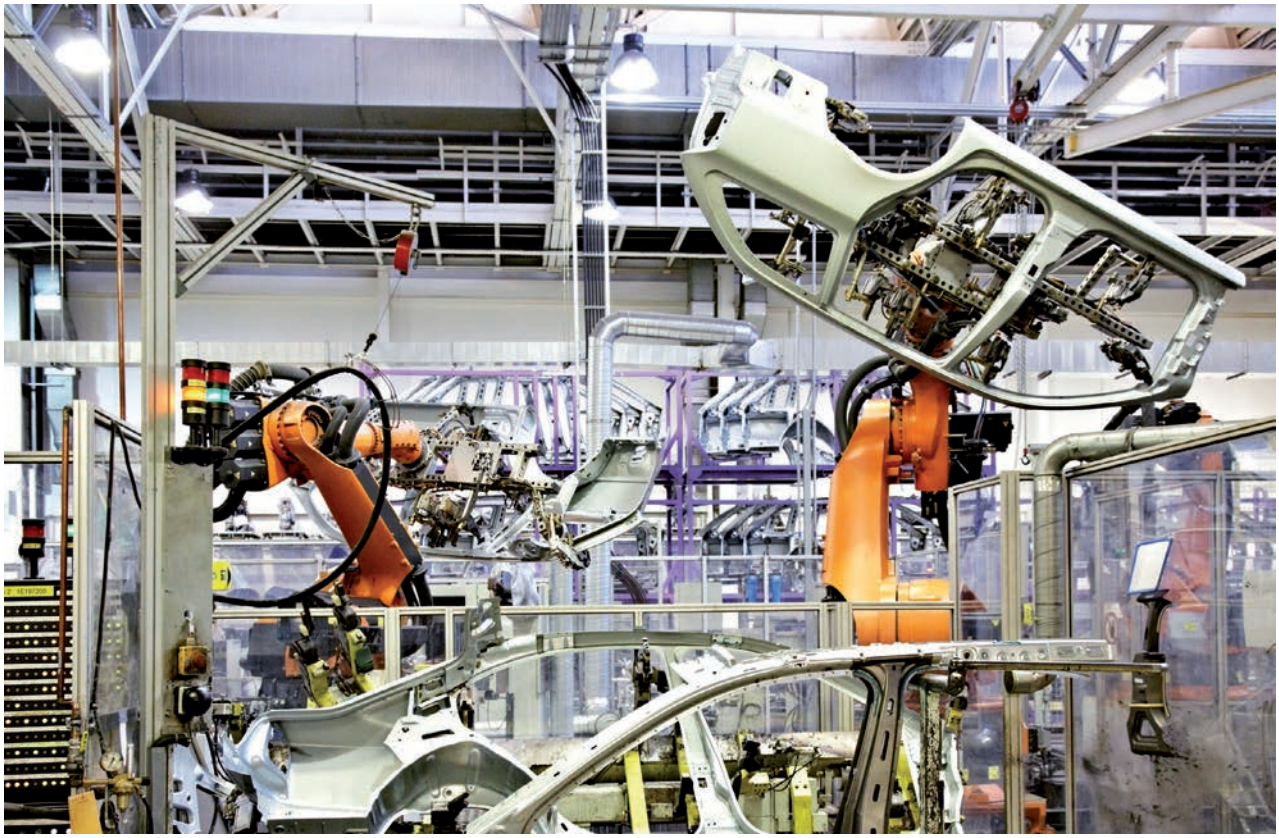
30 SEPT & 1 OCT
FERIA DE MADRID

VIVE EL PODER DE LA TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL

Para más información:

www.metalmadrid.com
metalmadrid@easyfairs.com
+34 91 541 24 88

Part of
ADVANCED ENGINEERING
by EASYFAIRS



propiedades y características superficiales de materiales "han ido evolucionando en los últimos años de forma acelerada, están implementándose en procesos actuales y seguirán evolucionando en los próximos años".

Algunas de estas tecnologías, por ejemplo, tienen como fuente de inspiración las pieles de algunos seres vivos, soluciones en forma de texturas específicas que la misma naturaleza ha ido perfeccionando con la evolución de sus especies para adaptarse y sobrevivir. Estas estrategias centran el interés de diversos sectores industriales para dotar a los productos de todo tipo de funciones superficiales, como hidrofobicidad, adhesión, regulación térmica, baja fricción o prevención del crecimiento bacteriano.

"Un claro ejemplo de esta tendencia lo encontramos en la electrónica impresa", que permite imprimir, con el bajo coste que la impresión supone, en superficies flexibles, desde leds que den luz o células fotovoltaicas que transformen la luz en electricidad, hasta baterías impresas que nutran de energía a estos circuitos, en lo que es "solo el comienzo ya real de una tendencia imparable", prosigue el director científico de Tecnologías Industriales de Eurecat.

La industria también afronta el reto de perder peso

Por otra parte, sectores industriales como la automoción o la aeronáutica "han puesto a dieta sus productos, ya que necesitan reducir peso para rebajar las emisiones de CO2 o para simplemente dar respuesta a la tendencia de los consumidores", que quieren que sean más ligeros productos cotidianos como móviles, ordenadores, zapatillas de deporte, carritos de la compra o bicicletas, "manteniendo o incluso aumentando las propias prestaciones del producto", indica.

Para conseguir este reto, se lleva años trabajando desde la I+D hasta su escalado industrial y están irrumpiendo nuevos materiales metálicos como los aceros avanzados de última generación o las nuevas aleaciones ligeras de alta resistencia, basados en aluminio, magnesio, titanio o berilio. También se están consiguiendo materiales compuestos de matriz polimérica reforzada, con fibras como las de carbono a menores costos y con mejor cadencia productiva que permiten producir piezas de bajo peso y altas prestaciones mecánicas. Con la impresión 3D se pueden, además, hacer realidad nuevos diseños y geometrías que no sólo reducen peso, sino que abren nuevas vías al diseño optimizado de componentes.

VII FÓRUM TÉCNICO INTERNACIONAL DE ESTAMPACIÓN EN CALIENTE

11 de junio 2020

Automotive Intelligence Center (AIC), Bizkaia

tabira Instituto de Fundición

WFO

IK4 AZTERLAN Research Alliance

Oportunidades de esponsorización disponibles: info@iftabira.org

Solicitud de información del evento, mediante email a info@iftabira.org
o a través de la web https://bit.ly/36wqKz3

MEDIA PARTNER MOLD Press TRATER Press

5ª edición

AEROSPACE & DEFENSE MEETINGS SEVILLA 2020

Andalucía se mueve con Europa

invest in Andalucía SPAIN

NUEVAS FECHAS

9-11 DE SEPTIEMBRE DE 2020

ENCUENTROS DE NEGOCIOS INTERNACIONALES DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL Y DE DEFENSA

Organizado por

abe BCI AEROSPACE · extenda AGENCIA ANDALUZA DE PROMOCIÓN EXTERIOR · Junta de Andalucía · Union Europea

Patrocinador Platinum

AIRBUS

Patrocinadores Gold

ACITURRI · ALESTIS AEROSPACE · AERInnova ANDALUCÍA · GSC · sofitec

Patrocinadores Silver

aerotecnic · UMI AERO

CIFRAS CLAVE

375 Empresas

9.000 Encuentros BtoB

28 Países representados

SEVILLA.BCIAEROSPACE.COM

in #ADMSEVILLA2020

Registro y lista de participantes: **sevilla@advbe.com** o T. **+33 1 41 86 41 35**

FABRICAMOS:

MÁQUINAS PARA EL DESENGRASE, LAVADO Y LIMPIEZA TÉCNICA DE TODO TIPO DE PIEZAS INDUSTRIALES

TÚNELES

Lavar, Desengrasar, Fosfatar, Secar...
Todo tipo de piezas eliminando: Óxidos, fangos, pastas de pulir, polvo, pegamentos, virutas, ferrichas, aceites, grasas ...
En máquinas de tipo: TÚNEL, ROTATIVAS, CUBAS, CABINAS, TAMBORES.

CUBAS

CABINAS

ROTATIVAS

LABORATORIO DE PRUEBAS

Disponemos de un laboratorio propio a disposición de nuestros clientes, para poder controlar y certificar la calidad de limpieza que ofrecen las máquinas que fabricamos.

TRABAJAMOS CON IMPRESIÓN 3D

Para poder fabricar los prototipos de los diferentes soportes especiales con los que poder anclar eficazmente las piezas que han de ser tratadas, con el fin de conseguir la máxima precisión en su posicionado-calibrado y asegurar así una limpieza total.

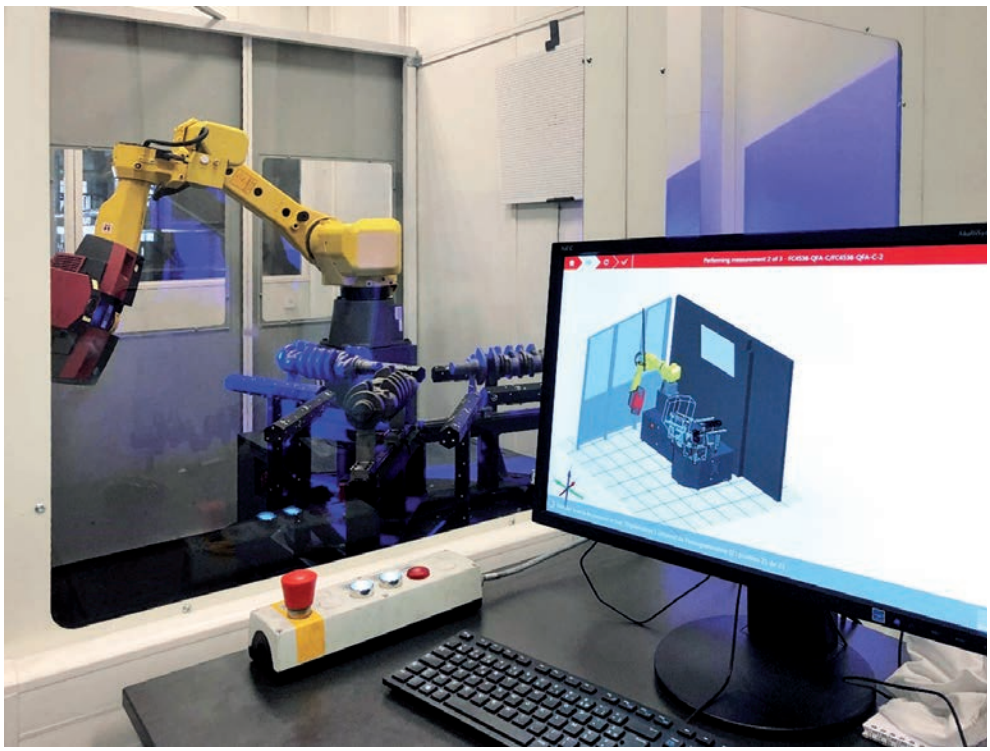
Bautermic S.A.

Tel: 933 711 558 - www.bautermic.com - comercial@bautermic.com

Medición múltiple de piezas en producción

Forges de Courcelles es una empresa de forja con sede en el departamento de Haute-Marne de la región de Grand-Est en Francia. Es un fabricante especializado de cigüeñales para prestigiosas marcas de automoción. La empresa ha podido mejorar sus procesos de producción al acortar los tiempos de inspección y aumentar la cantidad de datos recopilados, gracias al ATOS Scanbox de GOM Metrology, cuyo partner en España en Metronic, S.A.

Forges de Courcelles es el segundo mayor fabricante europeo de cigüeñales para marcas de automoción de reconocido prestigio y una empresa líder de forja en Francia. Forma parte de Sifcor, un grupo familiar, fundado en la década de 1880 en Nogent, que se encuentra en el departamento de HauteMarn. Originalmente especializado en la fabricación de cubertería, el grupo se diversificó en 1950 en otros sectores comerciales, como la industria de la automoción. Hoy en día, el sector de la



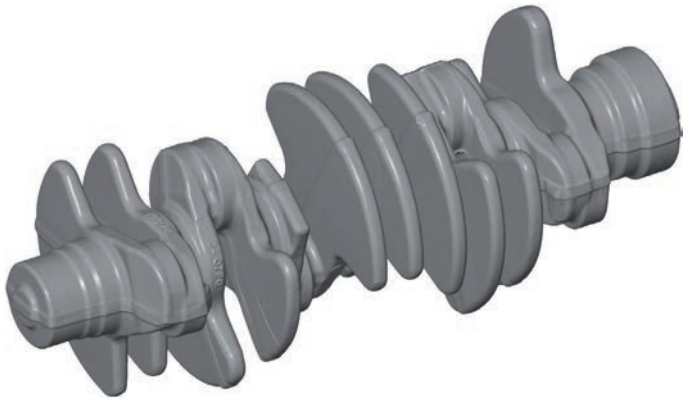
Ciudad / País: Nogent (52) / Francia.
Sistemas GOM: ATOS ScanBox 5120, ATOS II Triple Scan y ATOS Triple Scan 12M.
Software GOM: ATOS XL Professional VMR, GOM Inspect Professional VMR
Sector: Forja.

automoción es el principal mercado del grupo. Forges de Courcelles es un fabricante especializado de piezas de acero para sistemas de suspensión, motores y transmisiones. Utiliza procesos de estampación semi-caliente y caliente combinados con prensas industriales y martillos de forja.

Los principales clientes incluyen marcas de automóviles reconocidas a nivel mundial como Renault, Peugeot, BMW o Volkswagen. Hoy la compañía tiene alrededor de 450 empleados con una facturación de 150 € millones y vende más de 65.000 toneladas de acero, el 41% de las cuales se realiza a través de las exportaciones.

Forges de Courcelles: empresa líder en forja en caliente en la industria de la automoción

Desde la década de 1970, Forges de Courcelles ha introducido prensas industriales y métodos de calentamiento por inducción, para alcanzar una escala de producción en masa. Las primeras prensas con un peso de 6.300 toneladas se instalaron en la década de 1990. En 2007, la empresa invirtió en su primera prensa de 8.000 toneladas que le permitió abastecer a fabricantes con sede en Alemania. Se adquirió una segunda prensa del mismo peso en 2014 para ayudar a fabricar cigüeñales a alta velocidad.



Exploración compleja de un cigüeñal W12 - Demo GOM 2016 (Imagen: GOM).

Forges de Courcelles siempre ha apostado por la innovación y el desarrollo. Esto incluye la inversión en nuevas máquinas, la producción de piezas nuevas, la robotización y la automatización de las líneas de producción, etc. Su tesón les ha llevado a utilizar robots, por ejemplo, para expandir la producción de tipos de piezas más pesadas y mejorar los tiempos de producción. La empresa sabía que tenía que adoptar el cambio tecnológico dentro de su maquinaria de producción. Como parte de su enfoque innovador y su continuo esfuerzo por mejorar, el negocio creció su interés en la metrología óptica 3D y consideró las soluciones que ofrece GOM.

Creciente interés en la medición óptica 3D

Cyril Schäfer ha sido Gerente de Metodología e Investigación y Desarrollo (I + D) en Forges de Courcelles durante 15 años. Fue uno de los líderes en el proyecto para adquirir un sistema de medición GOM junto con Vincent Bouet, quien ha trabajado en Forges de Courcelles durante 17 años, 5 de los cuales como Gerente de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente (QSE). La compañía comenzó a interesarse en los sistemas ópticos de medición 3D hace aproximadamente 10 años. Comenzó conversaciones con GOM durante las etapas iniciales de su análisis de evaluación comparativa de I + D. En este punto, Forges de Courcelles no tenía ningún conocimiento previo sobre el escaneo 3D y solo había adoptado métodos convencionales de máquinas de medición de coordenadas (CMM) usando sondas.

"Asistimos al Workshop de forjas y fundiciones organizado por la oficina de GOM con sede en Metz en 2016. Llevamos un cigüeñal complejo con nosotros que el ATOS Triple Scan pudo medir en solo unos minutos cuando se configuró en modo manual. Gracias a ello comenzamos a considerar el uso de ATOS Triple Scan en el control de producción", comenta Cyril Schäfer.

Confiado por la demostración del sistema GOM realizada en este evento, Cyril Schäfer y sus colegas iniciaron un período de demostración y validación técnica del ATOS ScanBox como una solución automatizada. En junio de 2018, el ATOS ScanBox 5120, equipado con el sensor ATOS II Triple Scan y el módulo Plus12M, se instaló en los talleres de Forges de Courcelles.

ATOS Scanbox- Serie 5

El ATOS ScanBox es una máquina de medición 3D óptica completa desarrollada por GOM para un control de calidad eficiente en el proceso de producción y fabricación.

Hay 11 modelos disponibles para piezas y aplicaciones de diferentes tamaños. Mientras que los sistemas de medición mecánica capturan datos sobre un punto o de forma lineal, los sistemas ópticos de medición 3D proporcionan datos de campo completo sobre las desviaciones entre las coordenadas 3D reales y los datos CAD. Un digitalizador 3D ATOS está equipado con un robot industrial rápido y robusto, que es esencial para esta máquina de medición automatizada.

El ATOS ScanBox 5120 es capaz de manejar piezas que miden hasta dos metros. Este modelo se utiliza principalmente para componentes mecánicos como el motor, la transmisión y las piezas de escape. El ATOS ScanBox 5120 también ha funcionado bien en aplicaciones de moldeo, forjado y estampado.

La sala de medición virtual: El VMR actúa tanto como la estación de control central, como el software de planificación de medición para todos los elementos de ATOS

ScanBox 5120. El robot se puede controlar completamente a través de una interfaz de software simple y segura. Por lo tanto, los usuarios no requieren conocimientos de robótica.

La interfaz Kiosk es una interfaz hombre-máquina (HMI) que simplifica la interacción con la máquina de medición. Maneja automáticamente el flujo de trabajo completo de medición y control, así como la visualización de páginas de informes y exportaciones. Como la interacción humana se reduce enormemente, se garantiza una alta precisión y calidad de datos, y los parámetros de medición, datos y sistema operativo están protegidos.

Inspección automatizada y acelerada

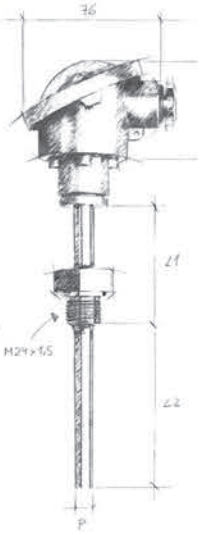
La capacidad de realizar inspecciones rápidamente fue un factor clave para la empresa. Dependiendo de los puntos de medición, una medición tomada con una sonda CMM generalmente necesitaría entre 10 y 20 minutos por cigüeñal. "Inicialmente vimos la oportunidad de acelerar los tiempos de inspección. Además, una inspección CMM solo proporciona una cantidad limitada de datos, suficiente para el control de producción, pero podríamos perder información sobre la geometría de la pieza, particularmente durante la etapa de arranque", dijo Vincent Bouet.

Ahora, los datos digitalizados de campo completo nos permiten continuar el control del proceso estadístico de la producción, al mismo tiempo que brindamos a los trabajadores de la forja una vista en 3D, en color, de las desviaciones y deficiencias de material de las piezas que están fabricando. Por lo tanto, pueden detectar variaciones que anteriormente se habrían perdido.

En Forges de Courcelles, el ATOS ScanBox se instala en tres estaciones de producción en el taller de forja de cigüeñales. Unos 15 trabajadores de producción llevan

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.



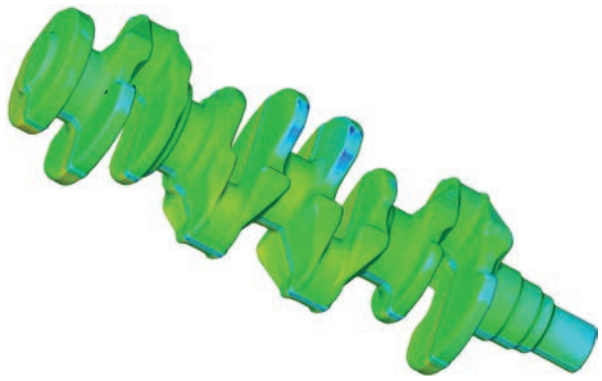
LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

- 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

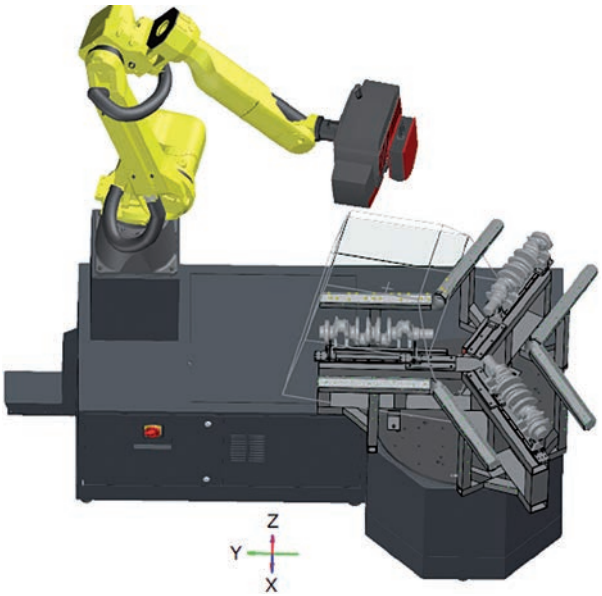


Desviación de diseño de datos de campo completo en malla GOM (Imagen: GOM).

regularmente sus piezas al laboratorio de medición. La interfaz del kiosk les facilita hacer inspecciones de ensamblajes de piezas que les permiten obtener 30 o más marcadores de puntos de referencia.

"Durante el proceso de fabricación, el control de calidad de la producción se lleva a cabo en tres partes. El objetivo es garantizar el cumplimiento geométrico de las piezas producidas. La automatización completa de nuestras líneas de producción de cigüeñales ha aumentado considerablemente la tasa de producción. Anteriormente, se medían tres piezas en la producción utilizando el CMM.

Teníamos que cargar el cigüeñal, realizar la medición, descargarlo y luego rehacer todo el proceso dos veces para las otras dos piezas. De esta manera se necesitarían entre 10 y 20 minutos por pieza. Gracias a la configuración de GOM y su procedimiento de medición rápida y la capacidad de inspeccionar tres partes simultáneamente, hemos mejorado nuestros tiempos de respuesta en caso de que haya problemas con las piezas o desviaciones del proceso estándar. Ahora necesitamos 15 minutos para inspeccionar tres piezas usando el sistema GOM", explicó Cyril Schäfer.



Sala de medición virtual (VMR) (Imagen: Forges de Courcelles).

Vincent Bouet añadió: "Además, así como era importante el objetivo de reducir la cantidad de tiempo, lo era también la necesidad de tomar mediciones fiables. Confirmamos con GOM de antemano que sus mediciones eran fiables y precisas al compararlas con nuestras herramientas y métodos de medición convencionales, un factor clave para garantizar la conformidad de las piezas". En la metrología moderna, donde los procesos son controlados y regulados por los datos de medición, es necesario poder confiar en los datos producidos por el digitalizador. Forges de Courcelles, por lo tanto, trabajó estrechamente con GOM para establecer configuraciones óptimas que cumplieran con los criterios de precisión, resolución y velocidad de adquisición de datos.

La razón principal para elegir GOM para esta aplicación se debe a la calidad de los datos recopilados y la velocidad de su adquisición, en comparación con otras tecnologías conocidas como el escaneo láser 3D", dijo Vincent Bouet. La compañía también valoró la oportunidad de trabajar en asociación con GOM para adaptar la solución estándar ATOS ScanBox 5120 a la aplicación específica requerida por Forges de Courcelles. GOM ayudó a la compañía a diseñar un útil multi-pieza adaptado al entorno de forja para garantizar un alto rendimiento y, en particular, el cumplimiento de la ergonomía para mantener la seguridad de sus empleados.

La celda se adaptó en la etapa de instalación para permitir que las piezas que pesen hasta 35 kg se carguen con una grúa giratoria. Se implementaron las medidas de seguridad necesarias para garantizar que la celda funcionara correctamente. Esta fase supuso un ejemplo de colaboración entre los equipos de GOM y Forges de Courcelles, no solo al instalar el sistema, sino también durante la formación y el soporte posterior a la instalación.

Interfaz hombre-máquina personalizada para usuarios autónomos

Hervé Maupied, empleado de Forges de Courcelles durante 32 años (27 de los cuales como metrólogo) y FranckDorlet también empleado de la empresa durante 19 años (3 de los cuales como metrólogo), son expertos en el uso cuando se trata de los sistemas y software de

GOM. Utilizan el software GOM Inspect Professional VMR cuando programan fuera de línea y para evaluar los datos medidos. El software ATOS XL Professional VMR es una parte esencial del sistema instalado. Procesa las imágenes capturadas y las transforma en mallas para realizar el análisis. Para que esta solución sea fácil de seguir, solo la HMI, conocida como la interfaz de Kiosk, se hace visible para los usuarios. "GOM nos ayudó a personalizar estos módulos y ahora tenemos autonomía sobre tres sistemas", explicaron los dos metrólogos.

Nuevas perspectivas de la empresa

La mayoría de la facturación de Forges de Courcelles proviene de la industria de la automoción, un sector extremadamente competitivo. Las presiones de precios junto con el mantenimiento de la productividad en este sector, han sido significativas y continuas durante muchos años. En Nogent, la empresa ha comprendido esto y ha tomado las medidas necesarias para garantizar que evolucione continuamente. "Gracias al digitalizador 3D, la empresa ahora puede medir el 100% de las superficies de sus piezas. Esto abre nuevas perspectivas para mejorar el equilibrio producto / proceso. Los datos medidos están contribuyendo a nuevos proyectos de I + D", dijo Cyril Schäfer.

Franck Dorlet, metrólogo (Imagen: Forges de Courcelles).

"No es solo gracias al apoyo de instalación de los equipos de GOM y al aumento de los esfuerzos de los expertos de Forges de Courcelles que se logró este ambicioso proyecto. El grupo de trabajadores internos también merece crédito por su compromiso de transformar esta máquina de medición estándar "plug and play" en su propia herramienta multifuncional", agregó Cyril Schäfer.

InnovAtlántico 4.0

1. Ficha Técnica Salón

- DENOMINACIÓN: Salón Innovatlántico 4.0 - Las Nuevas Soluciones Tecnológicas.
- FECHA: 7 y 8 Octubre 2020.
- HORARIO: 10.00 h a 18.00 h.
- LUGAR: Exhibition Center - Tinglado Puerto de Vigo.
- DIRECCIÓN: Tinglado – Puerto de Vigo.
- CIUDAD: VIGO (36202).
- CARÁCTER: Profesional y publico de interés.
- DIRECTORA SALÓN: Raquel Robledo l rrobledo@saloninnovatlantico.com
- PERFIL DE VISITANTES: Profesionales de los sectores representados y público objetivo.
- ÁMBITO DE INFLUENCIA: Noroeste Peninsular.
- ACTIVIDADES: Fórum Innovatlántico 4.0.

SECTORES

- Industria 4.0.
- Logística 4.0.
- Robótica de Servicio / Colaborativa.
- Drones e Industria Aeroespacial.
- Puertos 4.0.

2. Innovatlántico 4.0

Excelente acogida de los profesionales, satisfacción de los expositores y éxito del Foro Formativo, señas de identidad de la primera edición del Salón de las Nuevas Soluciones Tecnológicas que celebró su I edición los días 10 y 11 octubre 2019.

El Salón de las Nuevas Soluciones Tecnológicas, InnovAtlántico 4.0, cerró sus puertas en el Tinglado del Puerto de Vigo con la certeza de haber acertado en su planteamiento. Un visitante profesional, empresarios, emprendedores, técnicos y estudiantes universitarios que pudieron conocer, de una parte, las aplicaciones ya conocidas de estas nuevas tecnologías y, por la otra, nuevas posibilidades accesibles a emprendedores y empresarios, así como nuevas vías de negocio o de apoyo a la producción. En este sentido, InnovAtlántico 4.0 representó una oportunidad tanto para las empresas que de-

sarrollan estas innovaciones tecnológicas, como para la que ofrecen servicios en los que se utilicen estas nuevas herramientas.

Para Raquel Robledo, directora de InnovAtlántico 4.0 "las sensaciones no pueden ser mejores. Los feedback informales de público, expositores y ponentes del Foro Formativos son muy positivos y, algunos, ya nos han demandado fechas para la próxima edición".

El Tinglado del Puerto de Vigo, acogió la primera edición del Salón de las Nuevas Soluciones Tecnológicas, InnovAtlántico 4.0, dónde se reunió un amplio espectro de las novedades relacionadas con la Industria 4.0, o lo que es lo mismo, un nuevo modelo industrial y empresarial cuyo eje son los datos y su manejo e interacción.

Para la delegada de la Xunta en Vigo, Corina Porro "la Xunta de Galicia es muy consciente desde hace tiempo de la importancia de sumar a la industria gallega a esta nueva revolución. Por eso desarrolla la Agenda Industria 4.0. Cuando finalice esta hoja de ruta marcada por la Xunta de Galicia en 2020 habrán sido 20.000 los empleos creados y cerca de 1.400 millones de euros los invertidos".

Según palabras de Oriol Sarmiento, Decano del ICOIIG, "felicitó la iniciativa de Innovatlántico 4.0 por poner en valor a las empresas, proyectos y profesionales de Galicia relacionados con la industria 4.0, destacando el excelente capital humano de nuestra comunidad y la preparación de sus ingenieros."

Para Robledo "la existencia de una cita anual para la puesta en común y la muestra de tecnología e innovación incentiva un escenario idóneo para la generación de negocio, para el intercambio de experiencias y para la poner en contacto a los técnicos, investigadores e inversores que se concentran en este área o que acudan de otras zonas de España y Europa."

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES

EQUIPOS DE CONTROL Y REGULACIÓN

Lohmann Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS - CESTAS

PINTURAS ANTICEMENTANTES - ANTINITRURANTES

DISEÑO Y CONSTRUCCION

HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION

SERVICIO TECNICO - REPUESTOS PARA HORNOS

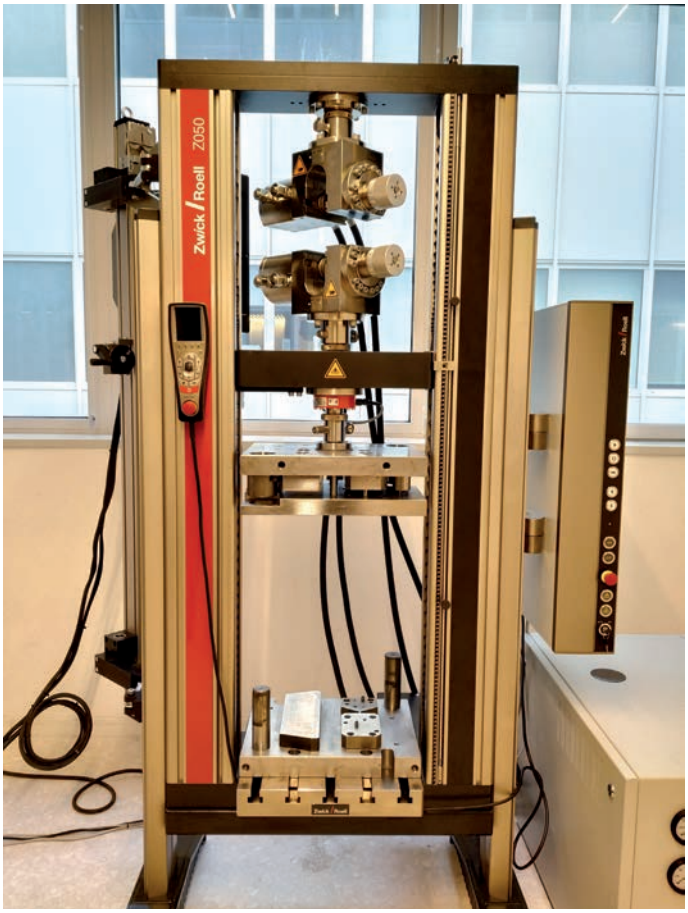
TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

Polígono Ibaiondo:
Pabellón nº 13.
20120 Hernani - Spain

TF : + 34 943 33 72 33
Mv. : + 34 609 20 00 90
e-mail: hot@tecnicashot.com

ZwickRoell y Eurecat colaboran en la implantación de una nueva tecnología para predecir resistencia a impacto y fractura en materiales

La multinacional ZwickRoell, líder en equipos para ensayos de materiales, y el centro tecnológico Eurecat han firmado un acuerdo de colaboración para la implementación de una tecnología puntera patentada por Eurecat de ensayo rápido de la tenacidad de fractura, que supone una reducción de más del 300 por ciento del tiempo en la evaluación.



Máquina universal con ensayo rápido de tenacidad.

La innovación "es el resultado de más de 10 años de investigación aplicada en un ámbito donde Eurecat es internacionalmente reconocido, como es el de comportamiento mecánico de chapa metálica de alta resistencia" y permite reproducir el comportamiento en servicio de materiales utilizados en aplicaciones de seguridad pasiva en vehículos, para mejorar su rendimiento o disminuir el peso, explica el director científico de Eurecat, Daniel Casellas.

Esta innovadora metodología desarrollada por Eurecat "se puede implementar de manera sencilla en las instalaciones del cliente, dado que para su uso solo se requiere una máquina de ensayos mecánicos universal, disponible en muchos laboratorios de control de calidad de empresas, y no requiere de especial capacitación técnica de los operarios", añade el responsable de Desarrollo de Producto Industrial de Eurecat, Ferran Soldevila.

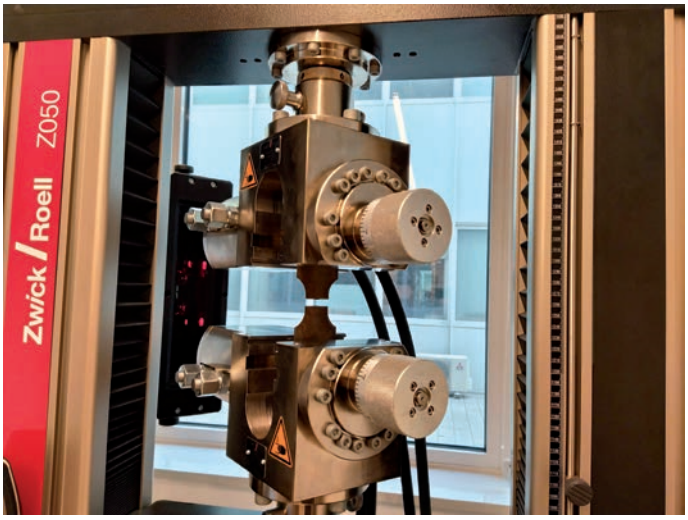
Durante la colaboración con ZwickRoell, las empresas interesadas en ensayar sus materiales podrán hacerlo en la sede de Eurecat en Manresa, donde dispondrán gratuitamente de una máquina de ensayo universal de la multinacional alemana con el método de ensayo rápido de tenacidad de fractura integrado. Para gestionarlo, solo deben solicitarlo en el email manresa@eurecat.org.

Una innovación para el sector de la automoción y otras industrias

La aplicación de la nueva tecnología está dirigida fundamentalmente al sector automoción, tanto a fabricantes de materia prima, como pueden ser acero o aleaciones de aluminio, como fabricantes de componentes y de vehículos. También se pueden beneficiar otras industrias relacionadas con la conformación de chapa metálica, como los fabricantes de electrodomésticos o de envases metálicos.

El método de evaluación de tenacidad de fractura es especialmente interesante para chapas metálicas de alta resistencia, tanto para anticipar y corregir problemas de agrietamiento durante el proceso de manufactura o seleccionar materiales para aplicaciones de impacto y como herramienta de control de calidad de materia prima.

El nuevo proceso consta de tres fases. La primera consiste en la preparación de probetas, mediante un simple proceso de cizalla se introducen en las probetas unas entallas de radio afilado. La segunda es el ensayo de tracción, donde las probetas entalladas, con diferentes longitudes de ligamento (longitud entre los dos entalles), se estiran hasta la fractura en una máquina de ensayos universal. La tercera fase consiste en el cálculo del valor de tenacidad del material, a partir del tratamiento matemático y estadístico de los valores de energía a fractura obtenida en probetas con diferentes ligamentos.



Detalle mordazas con probeta fracturada.

Experiencias de éxito en gestión de la innovación para pymes industriales

Por Instituto de Fundición Tabira

Ninguna organización, y menos las más modestas, pueden hacer frente por sí solas al crecimiento incesante de los campos tecnológicos que les conciernen. Cuando las PYME se plantean un proyecto tecnológicamente innovador, en general, manifiestan que su capacidad innovadora está limitada, debido principalmente a la insuficiencia de fondos propios y también a las capacidades y disponibilidad de su personal, especialmente de sus cuadros, que juegan un papel esencial en el desarrollo y en el acompañamiento de la innovación a lo largo de todo el proceso.

Asimismo, la mayor parte de las empresas manifiestan preocupación por canalizar internamente la vigilancia y la generación de ideas. Esta preocupación se expresa a menudo con mucha firmeza, pero el modo de responder a ella es generalmente bastante reactivo e intuitivo. En la mayoría de los casos, las PYME asocian la innovación a la reacción a sucesos en su sistema de producción, debido principalmente a razones de falta de tiempo, personal cualificado o medios financieros.

Con el objetivo de reflexionar con representantes de empresas de tamaño medio sobre todos estos aspectos, visualizando casos concretos de empresas industriales que han implementado buenas prácticas en la gestión de la innovación, y de las que las PYME pueden extraer conclusiones aplicables a su propia actividad, el POLO DE COMPETITIVIDAD DE DURANGALDEA, FVEM y el INSTITUTO DE FUNDICIÓN TABIRA convocaron a 40 profesionales de 37 empresas, a una jornada de trabajo enmarcada en la 25 Semana Europea de la Gestión Avanzada.

Diálogo amplio entre las empresas sobre temas como el talento, el cambio cultural necesario o las barreras específicas de las PYMEs para innovar.

El INSTITUTO DE FUNDICIÓN TABIRA dio la bienvenida a los asistentes a través de su Secretario General, José Javier González, quien dio paso a la presidenta de la MANCOMUNIDAD DE LA MERINDAD DE DURANGO, Mireia Elkoroibide, quien se encargó de iniciar este encuentro industrial.

En sus palabras iniciales, la representante institucional valoró el trabajo desarrollado por el Polo de Competitividad de Durangaldea dirigido a ayudar a las empresas del entorno a mejorar su competitividad, actividad en la que la Mancomunidad de Durango lleva ya 10 años colaborando con el Centro Tecnológico IK4-Azterlan y con la Asociación de Empresas del Duranguesado. Como señaló, "Durangaldea cuenta con un sector industrial puntero, compuesto de empresas con personas altamente cualificadas, con los conocimientos, capacidades y resor-

Mireia Elkoroibide, Presidenta de la Mancomunidad de la Merindad de Durango, inaugurando la sesión de trabajo con empresas.

tes necesarios para dar una adecuada respuesta tecnológica y competitiva".

Asimismo, y siendo conscientes de la dificultad del contexto actual, destacó la importancia de que las empresas apuesten por la vía de la innovación y la gestión avanzada, y se mostró dispuesta a ayudar a las PYMEs que deseen afrontar dicho camino. En este sentido, consideró de gran interés la nueva iniciativa HAZINNOVA que ha impulsado el Gobierno Vasco, a través del Grupo Spri y de Innobasque.

Finalmente, transmitió su voluntad para apoyar a las empresas mediante el Polo de Competitividad de Durangaldea, la Agencia Comarcal de Desarrollo - Durangaldeako Behargintza y mediante el Foro de Formación y Empleo a impulsar en la comarca, y a promover espacios de encuentro y colaboración entre los centros de formación, las empresas y las administraciones públicas.

El programa de contenidos se inició con la presencia de Antón Gorriño, de la Comisión Ejecutiva del POLO DE COMPETITIVIDAD DE DURANGALDEA, quien presentó los resultados de un autodiagnóstico de las PYMEs de Durangaldea hacia la innovación. La exposición se inició con la identificación de actividades, recursos y colaboradores clave para la competitividad, donde las actividades clave identificadas como prioritarias has sido aquéllas que permiten mantener la actividad en un horizonte próximo, pero no son las que pueden marcar la diferencia competitiva a largo plazo. A la vista de esos resultados, el POLO de COMPETITIVIDAD puso en marcha un estudio con un grupo de once PYME de la Comarca, para tratar de identificar dificultades para afrontar proyectos de innovación y concretar ámbitos en los que desarrollar propuestas para afrontarlos.

Antón Gorriño, representante de la Comisión Ejecutiva del Polo de Competitividad de Durangaldea.

Para contextualizar los resultados del diagnóstico, el ponente explicó el concepto World Class Manufacturing (WCM), que es un modelo de gestión para promover la total competitividad de las empresas basado en la filosofía Kaizen, basado en la eliminación de todo tipo de pérdidas y derroches, y enfocado principalmente a la reducción de costes a través de una cultura corporativa focalizada en las personas. Asimismo, se compartió qué se entiende por Fabricación Avanzada.

Una vez compartidas estas definiciones, Antón Gorriño profundizó en todos los ejes del autodiagnóstico, indicando cómo los ejes menos valorados por las empresas, y por tanto posibles áreas a ser trabajadas, tienen que ver con la fábrica inteligente, humana y digital.

A modo de conclusión, se explicitó que es muy difícil para una PYME llegar a lograr el nivel de una empresa World Class, pero que para lograr ventajas competitivas sostenibles su reto es conseguir pertenecer a esa élite de empresas que disfrutan de una buena posición competitiva, por haber conseguido modelos de éxito resultantes de buenas prácticas.

Seguidamente, Jokin Lopetegi, responsable de Desarrollo Corporativo y Nuevos Negocios de CAF, comenzó el bloque de exposiciones de empresas abordando cómo cambiar dentro de la organización para hacer frente a un entorno a su vez cambiante. En su alocución inicial, el responsable de CAF identificó aquellos factores que hacen que, en términos de búsqueda de competitividad, una empresa de este tamaño manifieste ciertas similitudes con empresas de menor volumen: velocidad de cambio, digitalización, competidores mayores...

La llegada de la cuarta revolución industrial lo está cambiando todo a una velocidad nunca vista, y ante esta situación, nuestras empresas se sienten abrumadas, tal y

como apuntó. El ponente se preguntó cuáles son las actitudes que tenemos en nuestras compañías ante esta realidad.

Un primer paso crítico parece el de desarrollar una actitud de receptividad ante el mundo exterior: las empresas tendemos a mirar hacia dentro y debemos mirar más fuera. Un elemento adicional fundamental sería, para el ponente, desarrollar la capacidad de adaptación a los cambios al entorno: debemos mirar fuera, pero ser capaces luego de cambiar rápido y con flexibilidad. Y la clave es que todo eso pasa obligatoriamente por nuestras personas y cultura de empresa.

Jokin Lopetegi aportó tres claves para que nuestras empresas comprendan que no se pueden abordar los nuevos retos de forma individual: no sabemos todo lo que pasa, no entendemos todo lo que pasa, no tenemos todo el talento dentro. Hay que abrir la organización, colaborar, trabajar con nuevas tipologías de actores como las startups, plantear otros marcos de relación con los actores tradicionales... cada vez más volcados fuera, apalancados en recursos externos. Finalmente, el responsable detalló los grandes drivers de la innovación en CAF, donde la generación de negocios figura como un elemento tractor fundamental.

Jokin Lopetegi (CAF), compartiendo desde la experiencia de su compañía cómo un cambio cultural dentro de la organización es el motor de un nuevo modelo más innovador.

Tras el contenido anterior, se trasladaron ciertas claves prácticas para conectar la empresa hacia el futuro a través de la innovación, presentación realizada por Juan Jose Laraudogoitia, Director de I+D de SIDENOR ACEROS ESPECIALES S.L. En palabras del ponente, un driver en las empresas para abordar estos procesos de transformación es entender que viene una modificación del ecosistema importante, tanto en las condiciones sociales (con estructuras rígidas en retroceso y estructuras sociales y económicas "líquidas", ...), como del sector (posibles soluciones de movilidad futuras, consumo energético y emisiones CO2 / Nox, ...). Si no estamos preparados y nos adaptamos rápidamente, transformando nuestro modelo de negocio, se compromete nuestra posición.

Juan José Laraudogoitia, Director de I+D en SIDENOR ACEROS ESPECIALES S.L., compartiendo ciertos drivers y claves de estos procesos de transformación.

Así, se trata de buscar alternativas al negocio actual que nos sitúe como preferentes en el mercado futuro, y/o buscar nuevos mercados/clientes, y/o buscar nuevos negocios relacionados o no. Importante también buscar soluciones que no sean meras ocurrencias, que una vez puestas en el mercado alguien esté dispuesto a pagar por ellas. Para ello, es clave hacer un análisis profundo de la actividad y las alternativas, así como un análisis de lo que hacen otros en el sector.

En cuanto a la organización del proceso de transformación, Juan José Laraudogoitia señaló que la propiedad del mismo debe estar en la responsabilidad más alta (Dirección, Presidencia...), desde donde se ejerza un flujo vertical y bidireccional. En su experiencia, es un proceso transversal, no necesariamente asociado a un área. Para la generación de ideas se consideran todas las ideas, todas son buenas para adoptarlas o para construir sobre ellas nuevas propuestas. Y como aspecto nuclear, la importancia de asumir el fracaso como parte del proceso.

Finalmente, y dentro ya del propio proceso de transformación, se señalaron áreas como digitalización y conectividad, análisis del proceso y nuevas oportunidades de producto, análisis del mercado / clientes, Economía Circular, diversificación relacionada o no relacionada, entre otras. Y una clave detrás de todas ellas: identificar, potenciar, retener y atraer talento, ya que este proceso va de personas.

Centrando la mirada en hacer de la innovación un proceso sostenible, David Hernández (Director de Sistemas de gestión de VICINAY SESTAO) compartió con los asistentes la experiencia práctica de su compañía, sistematizando herramientas concretas para la recogida de ideas y para generar el contexto interno necesario para innovar.

A modo de reflexión inicial, el experto explicó que nuestros grupos de interés necesitan soluciones, no productos; soluciones innovadoras cuyo objetivo sea incrementar nuestra eficiencia y eficacia, y que nazcan de las personas de la organización a través de procesos de creatividad.

David Hernández, Director de Sistemas de gestión de VICINAY SESTAO, en un momento de su ponencia en la sesión de trabajo.

David Hernández detalló el modelo de su compañía para identificar retos rupturistas, nuevos productos y servicios, y desarrollar nuevos procesos, partiendo de propuestas de aliados, clientes, o internas, entre otras. En su experiencia, la innovación en las organizaciones requiere del contexto interno adecuado para que los procesos funcionen en la dirección deseada. Así, la estructuración de los procesos para la generación de ideas, de la participación en los mismos, de las sesiones de creatividad... es un elemento importante a tener en cuenta.

En cuanto a la gestión de ideas y proyectos innovadores, señaló la importancia de sistematizar la recogida de mejoras e ideas definiendo criterios para su selección y para el desarrollo de los proyectos de Innovación. En su experiencia, la evaluación de las ideas a través de distintos comités funciona de forma adecuada.

Como apuntes finales, el ponente compartió ciertas claves para aprovechar el potencial de nuestro entorno, como desarrollar proyectos de innovación en colaboración con clientes, proveedores, centros tecnológicos, universidades, empresas..., o analizar el entorno local y global, con el objeto de identificar retos futuros que sirvan de referencia para la estrategia de Innovación.

La experiencia de las empresas de tamaño pequeño y mediano, y de cómo afrontar el reto de innovar en PYMEs estuvo presente en la presentación de la compañía INDUSTRIAS DE PRECISIÓN AGA, gracias a su Gerente, Gonzalo Alonso-Alegre, quién fue desarrollando algunos ejemplos de cómo dentro de las estructuras de nuestras empresas podemos estar bloqueando los procesos de innovación.

El ponente centró su presentación en aquellas acciones y actitudes que dentro de las distintas áreas de la empresa, están creando una cultura que rechaza o dificulta la innovación sistemática.

Así, identificó actitudes como la obsesión por el control y la autorización para actuar, la no transmisión de información, la creación de comités, entre otras, como actitudes que dentro de las PYMEs generan una cultura de miedo al cambio y de pensamiento grupal no participativo, que hace muy difícil la aparición de nuevas ideas.

Dentro del área de influencia del Departamento de RRHH, mencionó el focalizar en la normativización, la estandarización de un estilo muy marcado o no habilitar espacios de comunicación, como acciones que habitualmente también tienen como efecto la anulación del pensamiento innovador.

El Gerente de INDUSTRIAS DE PRECISIÓN AGA, Gonzalo Alonso-Alegre, centró su intervención en las barreras internas que las PYME encuentran para innovar.

En la parte final de su exposición, Gonzalo Alonso-Alegre expuso para todos los ámbitos de la empresa previamente mencionados, algunas claves que pueden permitir superar esas barreras a la innovación. Actitudes, por ejemplo, como permitir el error, estar orientados a la solución de problemas o potenciar emprendedores en los

equipos, pueden llevar a los mandos intermedios y directivos de la compañía a generar espacios más innovadores. Asimismo, propuso contar con áreas de RRHH que potencien la presencia de personas diversas, con puntos de vista diferentes, y a generar espacios de autonomía para las mismas.

El bloque final de la sesión permitió, a través de una mesa redonda dinamizada por Joseba M. Sainz de Baranda, del área de Organización e Innovación de FVEM, mantener una participativa conversación abierta entre ponentes y las empresas presentes, alrededor de numerosos temas surgidos sobre los contenidos compartidos durante la mañana.

Los ponentes de la jornada, en la mesa redonda dinamizada por FVEM a través de Joseba M. Sainz de Baranda.

Uno de los aspectos que con más fuerza estuvo presente en esta discusión grupal fue el de la unión entre innovación y personas dentro de la organización. Tal y como expresó uno de los participantes, "las personas han dejado de ser tema de discusión como clave de innovación, debemos dar por hecho, como con la internacionalización, que es un ámbito nuclear de la empresa. Y si no lo es, la empresa tiene un gran problema".

La puesta en común de un modelo de trabajo que prioriza la generación de modelos de negocio externos, con autonomía y cuentas de resultados propias, permitió establecer un debate sobre la idoneidad de estructurar al máximo la innovación. Algunas opiniones dentro de las PYME presentes abogaron, en cambio, por dotarse dentro de las propias empresas de espacios con cierto grado de desorden: ya que en su experiencia se produce un alejamiento del proceso productivo cuando se estructura demasiado la innovación, en ocasiones, del "caos" surgen las ideas más innovadoras.

Desde el otro punto de vista, se compartió que la experiencia de contar con una spin-off o una externalización en cierta medida de la gestión de la innovación, permite quitar del día a día tareas difíciles de gestionar en el mismo, superando esa barrera fundamental.

Otra de las interesantes intervenciones de las empresas presentes se enfocó en cómo "para generar innovación en la PYME, hay que luchar contra ciertos paradigmas internos. Innovar exige la destrucción de los mismos", trasladando el debate de nuevo a la necesidad de un cambio cultural en las empresas.

Las empresas manifestaron también que la gestión de la diversidad es una clave muy difícil (propiedad, negocios, proveedores...), y que desde esta diversidad se generan numerosas barreras. Para vencer estas resistencias, una propuesta compartida fue estructurar por áreas los procesos al inicio, y luego ir asentándolos hacia abajo.

Con respecto a la influencia que pueden tener ciertas barreras creadas en la cadena de suministro para que la PYME innove, se compartió que este tipo de empresas echa de menos la ayuda de las empresas de mayor volumen en procesos de innovación, algo que sí tienen la sensación de que ellos mismos hacen con sus propios proveedores.

En todo caso, algo que los asistentes remarcaron con fuerza en distintos momentos es que la colaboración entre empresas es vital para innovar.

En cuanto a la puesta en práctica de ciertas dinámicas para generar más innovación en las PYMEs, algunas empresas presentes valoraron la idoneidad de participar de actividades que sirvan para probar y testear la innovación, como el Foro de Producción de FVEM o los cursos de Euskalit.

Otros de los aspectos que centraron la conversación fueron las resistencias iniciales a la transversalidad de la innovación y ejemplos concretos de cómo superarlas, la conexión necesaria entre innovación y estrategia, la necesidad de permitir el fracaso, el conflicto entre explotación y generación de conocimiento o la disociación entre innovación y la mera generación de ideas.

A modo de idea final, se señaló que la solución final la va a tener que aportar cada responsable en cada empresa, no existiendo una fórmula a aplicar. Cada PYME tiene que elaborar su propio proceso y adaptar las medidas que le puedan ayudar en cada caso a realizar cambios, tanto en su cultura organizativa específica como en sus procesos, que le permitan ser más innovadora.

El espacio se convirtió en un foro de diálogo con las empresas presentes, ampliando el alcance de las discusiones y profundizando en temas concretos.

En resumen, la mañana supuso un rico y participativo espacio de diálogo en el que fueron compartidas numerosas ideas y visiones acerca de cómo pueden innovar nuestras PYMEs. Desde las empresas participantes, se valoró la aplicabilidad de las ideas transmitidas, y el espacio de diálogo interempresarial producido.

El encuentro ha estado enmarcado en la 25 Semana Europea de la Gestión Avanzada, organizada en nuestro territorio por Euskalit, y que ha contado con 40 actos organizados por alrededor de 50 entidades, y el apoyo del Grupo SPRI y Bahía de Bizkaia Gas.

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

El equipo de ponentes y moderadores del espacio interempresarial.

Organizadores y entidades/compañías colaboradoras:

tabira Instituto de Fundición

IK4 AZTERLAN Research Alliance

DEE-AED Asociación de Empresas del Durangesado

Durangoko Merinaldearen Amankomunazgoa / Mancomunidad de la Merindad de Durango

5·15 AZAROA NOVIEMBRE 2019 — 25 SEMANA EUROPEA — KUDEAKETA AURRERATUA — GESTIÓN AVANZADA

CAF

sidenor

VICINAY SESTAO

AGA Mecanizados de precisión

POLO de COMPETITIVIDAD DURANGALDEA

FVEM FEDERACIÓN VIZCAÍNA DE EMPRESAS DEL METAL — METALEKO LANTEGIEN BIZKAIKO FEDERAKUNTZA

KUDEAKETA AURRERATUA EUSKALIT GESTIÓN AVANZADA

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE

VOLÚMEN 1 "PRINCIPIOS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS"

Está ordenado en tres partes. **La primera parte** aborda los conceptos fundamentales que caracterizan las transformaciones que tienen lugar en el acero, tanto en el calentamiento como en el mantenimiento a temperatura de tratamiento, así como en el enfriamiento hasta final de ciclo: diagrama hierro-carbono (Fe-C); diagrama TTT (temperatura-tiempo-trasformación) y diagrama TEC (diagrama de enfriamiento en continuo).

La segunda parte define los tratamientos térmicos másicos: normalizado, recocido, temple revenido, bonificado. Los isotérmicos: austempering, martempering y patentado. Así como los tratamientos subcero y los criogénicos, acentuando los aspectos prácticos de este grupo de tratamientos sin descuidar las bases teóricas de los mismos.

La tercera parte se centra en los tratamientos superficiales: cementación, nitruración, carbonitruración y temples superficiales (temple por inducción, temple a la llama y temple por rayos láser. La importancia creciente y las continuas innovaciones quedan justificadas en los capítulos dedicados a ellos.

VOLÚMEN 2 "ACEROS DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA Y SU TRATAMIENTO TÉRMICO"

Describe de una forma práctica, clara y concisa, todo lo que concierne a los aceros finos de construcción mecánica y también a los aceros inoxidables. El libro está estructurado en dos partes. **La primera parte**, que consta de 9 capítulos, se examinan los aceros al carbono y aleados de temple y revenido, los de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y de maquinabilidad mejorada, los aceros microaleados, los aceros para deformación en frío y los aceros para rodamientos. **La segunda parte** está dedicada al estudio de los aceros inoxidables; los dos primeros y extensos capítulos describen los aceros inoxidables y su comportamiento frente a la corrosión. Tras la clasificación de las distintas familias inoxidables, se profundiza en la soldadura de tal grupo de aceros y la relevancia que tiene el tratamiento post soldadura. Con este bagaje, el estudio de los mecanismos de las distintas formas de corrosión es claro y preciso.

El último capítulo está dedicado a los aceros maraging. Se describen los mecanismos del endurecimiento por precipitación de dichas aleaciones, así como los tratamientos más adecuados para alcanzar una extraordinaria y una muy alta tenacidad. Con los tratamientos termoquímicos y térmicos, aplicables a dichas aleaciones, termina el capítulo.

VOLÚMEN 3 "ACEROS DE HERRAMIENTAS PARA TRABAJOS EN FRÍO Y EN CALIENTE, SU SELECCIÓN Y TRATAMIENTO TÉRMICO. ACEROS RÁPIDOS"

Como el volumen 2 está dividido en dos partes, **la primera parte** se inicia haciendo una consideración sobre los criterios actuales de selección de los aceros para la fabricación de útiles y herramientas, las propiedades y características fundamentales que determinan la selección de un acero para herramientas, así como los factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de las herramientas en servicio. Se discuten algunas consideraciones referentes a la teoría y práctica del tratamiento térmico de los aceros al carbono y de los aceros aleados para herramientas en general

Se profundiza sobre esta gran familia de aceros: aceros al carbono, aceros aleados para trabajos en frío, aceros aleados para trabajos en caliente; particularizándose sobre la extrusión en caliente y la fundición inyectada, así como de los aceros más cualificados para cada uno de sus componentes y herramientas correspondientes. Se analizan, al mismo tiempo, los aceros espaciales para la fabricación de moldes para la industria del plástico.

La segunda parte se destina por entero a una descripción profunda de los aceros rápidos y de su tratamiento térmico; ya que constituyen, por sus características intrínsecas y especiales, una categoría aparte en el contexto de los aceros aleados para herramienta.

VOLÚMEN 4 "FUNDICIONES DE HIERRO Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO"

La primera parte del libro se refiere a las fundiciones de hierro, pasando revista a las fundiciones grises, a las atruchadas, así como a las blancas; insistiendo en los tratamientos de eliminación de tensiones, de ablandamiento, temple y revenido. Se incluyen también las fundiciones atruchadas y en los distintos tipos de fundiciones maleables; ferríticas, perlíticas, martensíticas o de corazón blanco.

Capítulo aparte merecen las fundiciones especiales: de grafito compacto o esferoidal, así como los tratamientos específicos de estas fundiciones. Igualmente reciben una atención especial las fundiciones ADI en las que se detallan, dada su especificidad, los tratamientos térmicos y un breve comentario sobre calidad ACI y las de calidad AGI.

La segunda parte del libro está dedicada a las aleaciones no férreas, tanto conformadas como fundidas y bonificables o no bonificables.

El **aluminio** y sus aleaciones son tratados con rigor tanto en su composición y propiedades como en los tratamientos térmicos que pueden y, en muchos casos, deben sufrir, ya sean tratamientos de endurecimiento por precipitación, de temple, de solubilización, de maduración o de recocido.

En el **cobre** y sus aleaciones se profundiza en el estudio de sus características principales. Dentro de la variedad de aleaciones de cobre se distinguen tanto los latones como los bronces o los cuproaluminios, cuprosilicios, cuproberilios y cuproníqueles, especificando los distintos recocidos de homogenización o recristalización, eliminación de tensiones, precipitación estructural o temple.

El **titanio** (Ti), metal descubierto en la última década del siglo XVIII. En un principio se tenía como mera curiosidad científica hasta que a mediados del siglo XX, una vez conocida sus excelentes propiedades mecánicas y tecnológicas, se reconoció su potencial como material que presenta, entre otras importantes propiedades, una muy alta relación resistencia/peso. Por su resistencia y relevante dureza, su extraordinario módulo específico, así como su baja densidad [Ti = 4,6 g/cm^3] se utiliza, cada vez más, en la moderna industria aeroespacial, desplazando a las aleaciones de aluminio y a los aceros inoxidables, etc. Su excelente resistencia a la corrosión, muy importante en agua de mar, permite su utilización –bastante generalizada– en la construcción de equipos marinos.

LOS MATERIALES METÁLICOS

Con la aparición del 4º volumen del título general

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

ACEROS Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

se cierra el ciclo de esta extensa obra estructurada en 4 volúmenes.

Puede ver el contenido de los libros y el índice en: www.pedeca.es
o solicite más información en: 91 781 77 76 / pedeca@pedeca.es

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 escogió 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 presentación, 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

TERESA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Abogada

Despacho de abogados multidisciplinar ubicado en Bilbao, disponibilidad geográfica en el País Vasco y Comunidades limítrofes.

- Dº Civil General: Contratos, herencias, dº inmobiliario, dª bancario, compraventas, arrendamientos, desahucios, reclamaciones a morosos, responsabilidad civil.
- Dº Civil Matrimonial: divorcios, medidas relativas a menores, pensiones de alimentos, liquidación de sociedad de gananciales.
- Dº Penal: Asistencia a comisarias y juzgados, denuncias, delitos leves, alcoholemias, violencia de género, accidentes de tráfico, delitos económicos, lesiones, delitos contra la seguridad vial.
- Dº Laboral: Despidos, reclamaciones de cantidad, incapacidades.
- Administración de Fincas.

Consúltenos y pida presupuesto sin compromiso.

Tfno.: 661.939.675 – teresa_martinez@icasv-bilbao.com

del 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 muelles. Aceros de alto límite elástico (Parte IX)

Por Manuel Antonio Martínez Baena, Ingeniero Metalúrgico

9. Introducción

Generalizando, se puede decir que cualquier acero fino de construcción mecánica es válido para la fabricación de muelles, siempre y cuando éstos trabajen con cargas inferiores a su límite elástico. Los muelles recuperarán la forma original al cesar los esfuerzos a los que están sometidos, por la sencilla razón de que el acero del que están fabricados es, en menor o mayor grado, elástico según sea su naturaleza, composición química y tratamiento térmico.

Los aceros para muelles son aleaciones que, particularmente, poseen un amplio campo de deformación elástica, caracterizado por un elevado límite de cedencia; esto hace que sean muy aptos para la fabricación de piezas elásticas y muelles de todo tipo; **figura 9.1.** Piezas, básicamente templadas y revenidas, que al ser sometidas a solicitaciones de flexión, de torsión, etc., sufren la correspondiente deformación elástica, ya que por principio, una vez descargadas del esfuerzo solicitado se recuperan, volviendo a la posición de partida sin que se produzca una deformación permanente ni su rotura en servicio.

Todos los aceros poseen, prácticamente por igual, un módulo elástico próximo a los 200.000 MPa y un módulo de torsión próximo a los 80.000 MPa, consideradas ambas magnitudes a temperatura ambiente: aproximadamente a **25 °C.** Circunstancias por las que

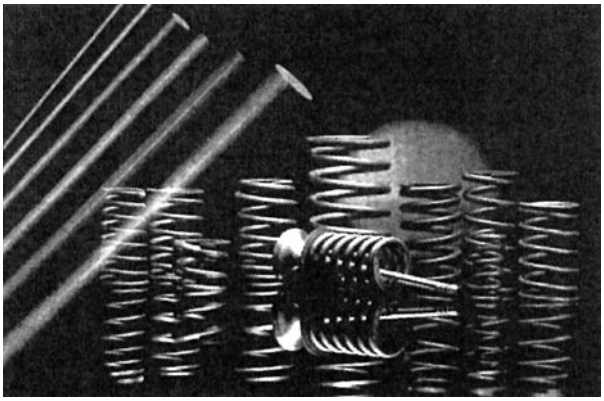


Figura 9.1. Muelles fabricados con distintos aceros y formatos.

tienen, también, las mismas deformaciones *–elásticas y de torsión–* unitarias; y, como consecuencia de ello, podemos asegurar que la carga máxima de los muelles depende, particularmente, de su límite elástico.

Los aceros para muelles constituyen un grupo perfectamente caracterizado por su adaptación a las necesidades de su empleo, que exige un límite elástico elevado. Se da tanta importancia a esta propiedad que, inevitablemente, tenemos que conseguir una alta resistencia a la tracción, ligeramente superior a su límite elástico; al mismo tiempo tenemos que aceptar, también, que esto supone el sacrificio de otras importantes características; **p.ej.**: una más baja ductilidad y, asimismo, una aún más baja plasticidad.

Consecuentemente, los aceros para muelles, una vez templados y revenidos deben tener una alta relación **límite elástico/resistencia (LE/R)**. En la práctica, el valor aproximado de tal relación –*en muelle*– ha de ser: (1) para los aceros al carbono, la relación **LE/R = 0,60**; (2) para los aceros de gran resistencia, la relación **LE/R = 0,80**; (3) para los aceros al cromo-vanadio (**Cr-V**) y aceros al silicio-manganeso (**Si-Mn**), la relación **LE/R = 0,90.**

Los muelles trabajan preferentemente de forma dinámica, por lo que la característica más importante y fundamental es el límite de fatiga (**f**); y, como consecuencia de ello es muy importante realizar un exhaustivo control de la calidad superficial, de la limpieza metalúrgica y/o estado inclusionario, de aquellos aceros utilizados para la fabricación de muelles de cierta responsabilidad; **figura 9.2.**

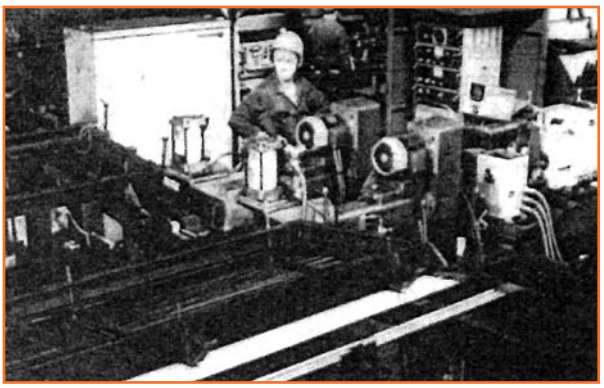


Figura 9.2. Control automático, mediante corrientes de Foucault, de defectos de barras deslindas a la fabricación de muelles.

9.1. Aceros para muelles

Los aceros para muelles son aceros finos de construcción, sin alear y aleados, con un contenido de carbono, normalmente, comprendido entre 0.40 y 1 por 100 [C = (0.40 ÷ 1%)] que, una vez bonificados, alcanzan un considerable binomio dureza-resistencia y al mismo tiempo que un alto límite elástico.

Los elementos de aleación más importantes son: el silicio (**Si**), manganeso (**Mn**), cromo (**Cr**) y vanadio (**V**).

El **silicio** (Si), además de estabilizar la martensita y la dureza en el revenido, favorece al mismo tiempo el límite elástico y ayuda también, de manera muy significativa, a evitar la fragilidad de revenido a baja temperatura.

El **manganeso** (Mn) tiene como finalidad aumentar ligeramente la templabilidad; y, habida cuenta que contribuye, asimismo, a bajar la temperatura del punto de transformación martensítica **Ms**, es conveniente que el temple de este grupo de aceros –**tabla 9.I**– se realice con enfriamiento en aceite, cuando el nivel de carbono está en la banda superior (**C** ≥ 0,50%), para evitar posibles deformaciones y, también, eventuales grietas de temple.

La presencia del **cromo** (Cr) y del **vanadio** (V) en el acero aumenta la templabilidad; circunstancia que permite un menor contenido de manganeso en el material. Gracias a ello se obtienen, asimismo, temperaturas del punto **Ms** de transformación martensítica más altas. Esto hace que los aceros cromo-vanadio (**Cr-V**) sean menos susceptibles al agrietamiento por temple.

Los aleoelementos silicio (**Si**) y manganeso (**Mn**) aumentan, por una parte, la templabilidad del acero y, por otra parte, estabilizan la martensita durante el revenido. Características éstas que contribuyen, al mismo tiempo, a bajar el contenido de carbono [**C** = (0,45 ÷ 60%)] en los aceros más aleados para muelles. Los aceros al carbono tienen, únicamente, el carbono como elemento principal, y es por ello que su contenido sea, relativamente, más alto [**C** = (0,50 ÷ 0,75%)], para aumentar un poco la dureza y la templabilidad.

ACEROS DE GRAN ELASTICIDAD Composición media [%]							CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS GENERALES					
ACERO		C	Mn	Si	Cr	V	Tratamiento de referencia		Características mecánicas sobre piezas tratadas			
EN Simbólica	UNE Numérica						Tª de Temple ºC	Tª de Revenido ºC	LE Kg/mm²	R Kg/mm²	A % Lo = 5d	KCU J/cm²
48Si7	F-1451	0,48	0,75	1,70	-	-	880 ± 10	450 ± 20	≥ 130	140 ÷170	7	30
53Si7	F-1450	0,53	0,75	1,70	-	-	880 ± 10	450 ± 20	≥ 135	150÷175	6,50	25
58Si7	F-1440	0,58	0,75	1,75	-	-	860 ± 10	450 ± 20	≥ 140	155÷180	6	20
60SiCr8	F-1442	0,60	0,80	1,80	0,35	-	860 ± 10	450 ± 20	≥ 145	158÷188	5,50	15
50CrV4	F-1430	0,50	0,75	0,25	1,00	0,16	850 ± 10	450 ± 20	≥ 150	160÷180	6,50	25
C 55	F-1150	0,50	0,65	0,25	-	-	880 ± 10	420 ± 20	≥ 115	120÷140	6	20
C 75	-	0,75	0,65	0,25	-	-	870 ± 10	430 ± 20	≥ 120	130÷150	5,50	16

Tabla 9.I. Composición química, temperaturas de tratamiento y características mecánicas de los principales aceros para muelles, después de templados y revenidos.

La composición de los principales aceros aleados para muelles, tratamientos térmicos de temple + revenido y dureza de empleo se resume en la **Tabla 9.I.**

Los aceros para muelles al carbono (**C**) *–últimos de la* **tabla 9.I**– se emplean, preferentemente, patentados y trefilados *–¨cuerda de piano¨–*, y/o laminados en frío *–fleje y bandas–*. Son normales, también, otros formatos; pero su sección ha de ser de muy poco espesor para que puedan templarse, en la práctica, normalmente en aceite.

Vamos a considerar los aceros aleados y sus características, fundamentalmente, para la fabricación de: muelles de suspensión, muelles helicoidales, ballestas, barras de torsión, barras estabilizadoras, etc. –**Tabla 9.II**– que se suministran preferentemente en forma de alambres, varillas, barras y llantas laminadas en caliente y en frío. Las varillas y barras se suministran, asimismo, con superficie calibrada y/o rectificada. Si se tiene en cuenta que el muelle está, en su trabajo mecánico, sometido a esfuerzos alternados –flexión y torsión–, la duración o vida útil del mismo se caracteriza en gran medida por el valor de la resistencia a la fatiga; la característica principal, por tanto, será el límite de fatiga (**f**), cuyo valor es, obviamente, inferior al del límite elástico (**LE**) del acero correspondiente.

Para ello es muy importante una alta templabilidad del material, que tiene que ir en estrecha relación con las dimensiones del muelle y de acuerdo, igualmente, con la adecuada severidad de temple del medio de enfriamiento; ya que es necesario alcanzar, en el núcleo del material con el que se ha fabricado el muelle, un porcentaje elevado de martensita *–martensita* ≥ 80%–. Para que, después del tratamiento de revenido, se aseguren las propiedades elásticas y de fatiga previstas.

Un ejemplo clásico y manifiesto, característico de elasticidad y fatiga, lo encontramos en los muelles de válvulas para motores de automóviles, que regulan a través de las válvulas de admisión y de escape, el mecanismo de apertura y cierre de los gases de combustión: *se estima que, cuando el automóvil ha recorrido aproximadamente unos mil kilómetros, los muelles han realizado su trabajo, de cierre y apertura, un millón de veces.*

9.1.1. *Templabilidad*

La templabilidad es uno de los factores más importantes a tener en cuenta para la selección del acero de muelles adecuado; y, particularmente, se deduce de las bandas de templabilidad relacionadas con cada acero: **figura 9.3**. La dureza de temple se puede determinar, como es sabido, a partir de las **curvas de templabilidad Jominy** del acero correspondiente; datos que facilita, normalmente, el acerista en sus catálogos para todos los principales aceros finos de construcción. En la práctica se garantiza un temple total y correcto, para dimensiones máximas indicadas en la **Tabla 9.III**. El temple correcto y, aceptable, industrialmente en la práctica, se caracteriza por un valor mínimo de la dureza y de la estructura equivalente alcanzado en el núcleo de la pieza templada en agua o bien en aceite: dureza ≥ 54 HRC ≥ 80% de martensita.

8.1.2. *Estado superficial*

Uno de los factores que influyen, decisivamente, en el rendimiento de los aceros para muelles, porque afecta de forma importantísima sobre la fatiga, es su condición o estado superficial. Los defectos superficiales: grietas,

Tabla 9.II. Recomendaciones sobre la selección de aceros para muelles y otros componentes con altas características elásticas.

Empleo y utilización	Clase de muelle	Solicitaciones	Resistencia (R) Kg/mm^2	Acero
Muelles sometidos a esfuerzos predominantemente de flexión	Ballestas para vehículos en general y ferroviarios.	Baja a media; y media a alta	110 ÷140 120 ÷ 150	48Si7 53Si7
	Resortes helicoidales y muelles de espiral para vehículos	Media a alta elevada	140 ÷ 165	60SiCr8 50CrV4
Muelles sometidos principalmente a esfuerzos de torsión	Barras de torsión y muelles helicoidales para vehículos	Media a alta elevada	120 ÷ 150 160 ÷ 175	60SiCr8 50CrV4
	Grandes muelles helicoidales cónicos para maquinaria agrícola	Baja a media; media a alta; y media alta a elevada	110 ÷140 120 ÷ 150 150 ÷ 165	53Si7 60SiCr8 50CrV4
Muelles sometidos a solicitaciones especiales y de forma especial	Anillos y placas elásticas	Baja a media	110 ÷ 140	48Si7
	Muelles anulares para resortes	Media a alta	120 ÷ 150	53Si7 60SiCr8
	Muelles de disco	Baja a media; y media a alta	110 ÷ 140 120 ÷ 150	48Si7 53Si7

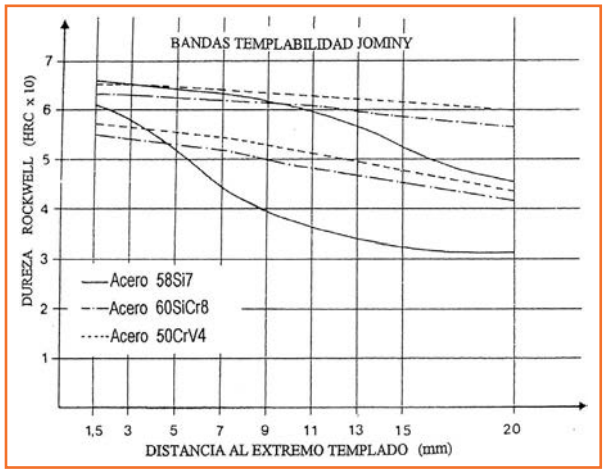


Figura 9.3. Curvas Jominy de tres de los principales aceros para muelles: **58Si7**; **60SiCr8**; y **50CrV4**.

ACERO S/Norma		Diámetro máximo [mm]	
EN Simbólica	UNE Numérica	Temple en agua	Temple en aceite
48Si7	F-1451	20	5
53Si7	F-1450	35	12
58Si7	F-1440	45	25
60SiCr8 60SiCr7	F-1442	70	40
50CrV4	F-1430	90	50

Tabla 9.III. Aceros para muelles. Diámetros máximos en los que consigue un temple correcto, con un mínimo del 89 por 100 (80%) de martensita, en el núcleo del redondo o sección templada, temple en agua y/o en aceite.

descarburación, pliegues, sojas, rayas, etc. –**figura 9.4**– producen un efecto de entalla que facilita la rotura prematura por fatiga del material en servicio en cuestión.

Como ejemplo ilustrativo podemos citar el ensayo de fatiga sobre un acero al silicio-manganeso (**Si-Mn**) – acero **58Si7**–. Material templado y revenido a una resistencia de 1.570 MPa = 160 Kg/mm2: (1) probeta rectificada, valor del límite de fatiga = 160 Mpa (43 Kg/mm2); (2) probeta con superficie de laminación y ligeramente descarburada, el valor del límite de fatiga alcanzado = 239 MPa (23 Kg/mm2); un 55 por 100 menor.

Otro factor a tener en cuenta, dado que también influye muy significativamente en la fatiga, es la limpieza de inclusiones en el material: limpieza metalúrgica. Las inclusiones más duras, sobretodo los óxidos, son muy peligrosas; por cuanto que su presencia provoca en inicio de potenciales grietas generadas por el efecto entalla.

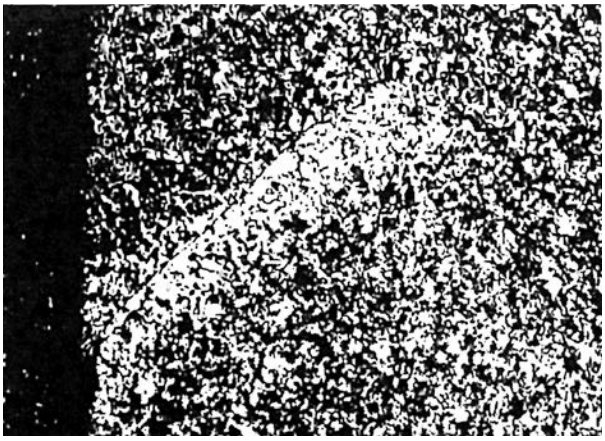


Figura 9.4. Defecto superficial, pliegue, de una barra de acero **60SiCr8** en estado bruto de laminación.

9.2. Tratamientos térmicos de los aceros para muelles

En los tratamientos térmicos fundamentales de los aceros para muelles, –***recocido de ablandamiento, temple*** y ***revenido***– el calentamiento se ha de realizar lentamente, poniendo el máximo cuidado para evitar la posible presencia de descarburación y de defectos superficiales en el material, ya que como hemos indicado en párrafos anteriores, la presencia de tales defectos disminuye muy sustancialmente, la resistencia a la fatiga de los muelles así tratados.

En la práctica se consiguen buenos resultados cuando las piezas se someten a tratamiento térmico en hornos de atmósfera controlada, hornos al vacío o en baños de sales neutras. Estas precauciones deben extremarse en los aceros al silicio-manganeso (**Si-Mn**) los cuales, por razón de su elevado contenido de silicio, presentan una marcada tendencia a la descarburación; **figura 9.5**.

9.2.1. *Recocido de ablandamiento*

El **recocido de ablandamiento** es necesario cuando los muelles se hayan de conformar en frío, o se deba realizar en ellos un importante mecanizado. Los aceros **48Si7** (F-1451) y **53Si7** (F-1450) no se suelen recocer cuando los muelles son hechurados en caliente, ya que la resistencia original del material, bruto de laminación, permite efectuar sin grandes dificultades ligeras operaciones de mecanizado que, normalmente, requieren la mayor parte de los fabricados. Por el contrario, en los

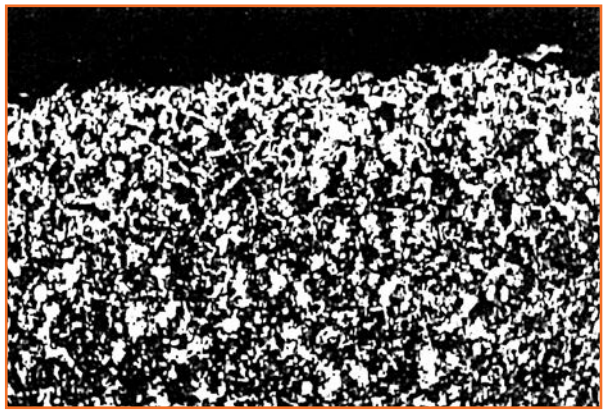


Figura 9.5. Descarburación superficial de una barra de acero **58Si7** en estado bruto de laminación.

aceros **60SiCr8** (F-1442) y **50CrV4** (F-1430), es inevitable el recocido en la mayoría de los casos. El recocido de ablandamiento es siempre un recocido subcrítico, por debajo de la temperatura crítica $\mathbf{A_1}$, preferentemente, a temperaturas comprendidas entre los 650 y 700 ^{0}C, y enfriamiento final dentro del horno.

9.2.2. *Temple*

El **temple** se realiza a temperaturas comprendidas entre 850 y 880 °C; se utilizará la temperatura mínima cuando el temple se realice en agua. El enfriamiento de temple, ordinariamente, se efectúa en aceite bien agitado y la temperatura del baño debe estar entre 50 y 70 °C. El acero **48Si7** (F-1451) se templa, por norma, en agua para diámetros o espesores mayores de **10 mm** aproximadamente; ver **tabla 9.III.**

9.2.3. *Revenido*

La operación de **revenido** es, ciertamente, la más importante del tratamiento térmico de los muelles. Para obtener resultados continuamente reproducibles, en aquellos resortes que necesitan la máxima garantías de características, fundamentalmente, la elasticidad, se deben emplear hornos que garanticen, también, una atmósfera neutra a temperaturas de revenido: (1) temperatura próxima a 420 °C para aceros al carbono; y (2) temperatura de 450 °C para el resto de aceros aleados. Una ayuda muy importante la tenemos en los correspondientes diagramas de revenido; **figura 9.6.**

Los hornos más utilizados, principalmente, en el revenido de los muelles son los de aire caliente: tipo **ciclón**. Es muy importante, como hemos indicado en párrafos anteriores, tomar las máximas precauciones en los tratamientos térmicos de los aceros para muelles; con el fin de evitar posibles descarburaciones. Sobre todo, esta consideración hay que tenerla muy en cuenta cuando se templan aceros al silicio-manganeso (**Si-Mn**), ya que tales aceros son muy propensos a la descarburación superficial.

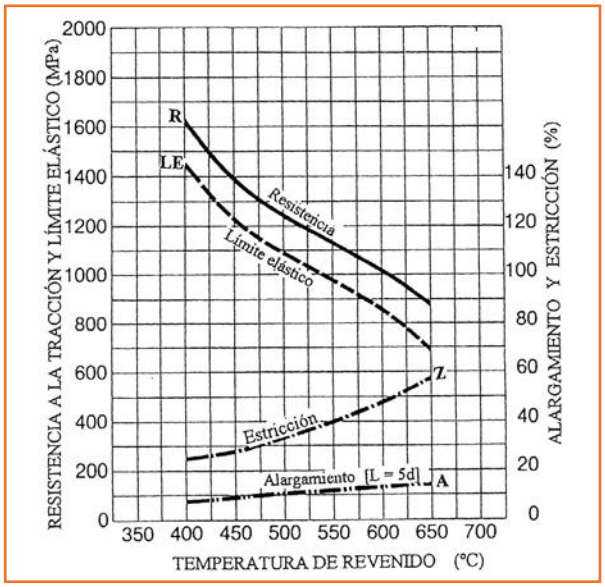


Figura 9.6. Diagrama de revenido del acero **50CrV4**. Redondo de 60 mm templado a una temperatura de 850 °C en aceite y revenido durante 2 horas.

En la práctica y en general, el muelle que trabaja a flexión raramente sobrepasa la resistencia de 170 kg/mm^2 [**R** 170 kg/mm^2 = 1.675 MPa]. La resistencia media de trabajo de los muelles es de 150 Kg/mm^2 [**R** = 150 Kg/mm^2 = 1.470 MPa], con una tolerancia de 50 MPa, responde a la mayoría de las necesidades. Las características de utilización y empleo no son nada rígidas, ya que se fabrican muy buenos muelles o resortes flexibles con resistencia (**R**) de 120 Kg/mm^2 = 1.175 MPa; y, también, excelentes muelles fabricados en aceros al cromo-molibdeno-vanadio (**Cr-Mo-V**) con resistencia (**R**) de 160 Kg/mm^2 = 1.570 MPa.

9.2.4. *¨Revenido¨ final de muelles conformados en frío con alambre de alta resistencia*

Los muelles conformados en frío fabricados con alambre de muy alta resistencia, obtenida mediante un patentado + trefilado. Los muelles fabricados con acero **Cr-V** templado, requieren un tratamiento térmico final a baja temperatura, revenido, para conseguir las máximas características de utilización y empleo: dicho tratamiento tiene por objeto eliminar las tensiones producidas durante el conformado del muelle.

Tipo de alambre	Temperatura (°C)	
	Post. conformado	Post. granallado
Patentado + trefilado	230 ÷ 270	180 ÷ 220
Acero al carbono templado al aceite	380 ÷ 420	180 ÷ 220
Acero al cromo-vanadio templado al aceite	350 ÷ 400	180 ÷ 220
Acero al cromo-silicio templado al aceite	390 ÷ 430	250 ÷ 285

Tabla 9.IV. Tratamiento térmico de "revenido" de relajación recomendado para los distintos aceros.

En el caso de alambres con tratamiento de patentado + trefilado, se les realiza un calentamiento a unas condiciones de temperatura determinadas: –*¨revenido de relajación¨*– fenómeno de envejecimiento acelerado que eleva notablemente el límite elástico (**LE**) del material, pudiendo alcanzar en algunos casos hasta 2.530 MPa.= 250 Kg/mm^2. Las condiciones de tratamiento son las recomendadas en la **tabla 9.IV.**

A los muelles fabricados con alambre patentado + trefilado que, normalmente, trabajen a temperaturas superiores a las normales –*temperaturas relativamente elevadas*– el ¨revenido¨ se realizará a temperaturas usualmente más altas: franja de temperaturas comprendida entre los 320 y 350 °C. El tiempo de tratamiento, para todos los casos y procesos, es de 30 minutos. Los hornos donde se realizan, generalmente, estos tratamientos son de aire caliente: horno tipo **ciclón.**

Para mejorar la calidad superficial del muelle y con ello también su límite de fatiga, se les suele someter a un proceso mecánico de granallado [Shot Peening]. En la fabricación de los muelles, como es sabido y reiteramos una vez más, se recomienda el empleo de materiales con una ausencia total de defectos superficiales.

Finalmente los muelles acabados se someten siempre, como fase última, a los ensayos de flexión mediante dispositivos simples que permiten, de una forma rápida, contrastar su potencia.

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
Madrid

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
CODEPE SA
Utillaje forming
ECONOX SA
RD TECHNOLOGIES

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPANA
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: +34 938 467 584
www.proycotecme.com
proycotecme@proycotecme.com

Interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.
Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

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

- 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

FABRICANTE DE 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.
- Parrillas.
- Cestones/cadenas.
- Muflas/Potes de recocido.
- Recuperadores.

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

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS
GmbH & Co. KG

SOLO
Switzerland
Hornos industriales para el tratamiento térmico
www.soloswiss.es
SOLO Swiss SA
email : mail@soloswiss.com - tel. : +41 32 465 96 00

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. : +41 32 465 96 00

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
AICHELIN
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
instrumentación
servicio técnico
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

ACEMSA 40
AEROSPACE 10
ALJU 40
APLITEC 39
ARROLA 5
B.M.I. 39
BAUTERMIC 11
BIEMH . . . . . INTERIOR PORTADA
BOREL SWISS 41
BUSCH 41
CRONITE 13
DEGUISA 39
ENTESIS 39
ERVIN 40
FLEXINOX 39
FÓRUM TABIRA 9
GRUPO PIROVAL 38
HEA . . . . . CONTRAPORTADA
HORNOS DEL VALLÉS 17
HOT 19
INSERTEC 41
INTERBIL . . . . . PORTADA
IPSEN 41
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS . 28 y 29
METALMADRID 7
PROYCOTECME 39
REVISTAS TÉCNICAS . . . . . INT. CONTRAPORTADA
SOLO SWISS 41
SPECTRO 41
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN 15
TECNYMAT 21
TECRESA 39
WHEELABRATOR 40

Próximo número

JUNIO

Hornos de inducción. Quemadores. Estufas. Secaderos. Hornos para tratamiento térmico del aluminio y aleaciones ligeras. Aceros para herramientas, fundiciones y moldes. Construcción de herramientas. Medidas. Control no destructivo, temperatura, dureza.

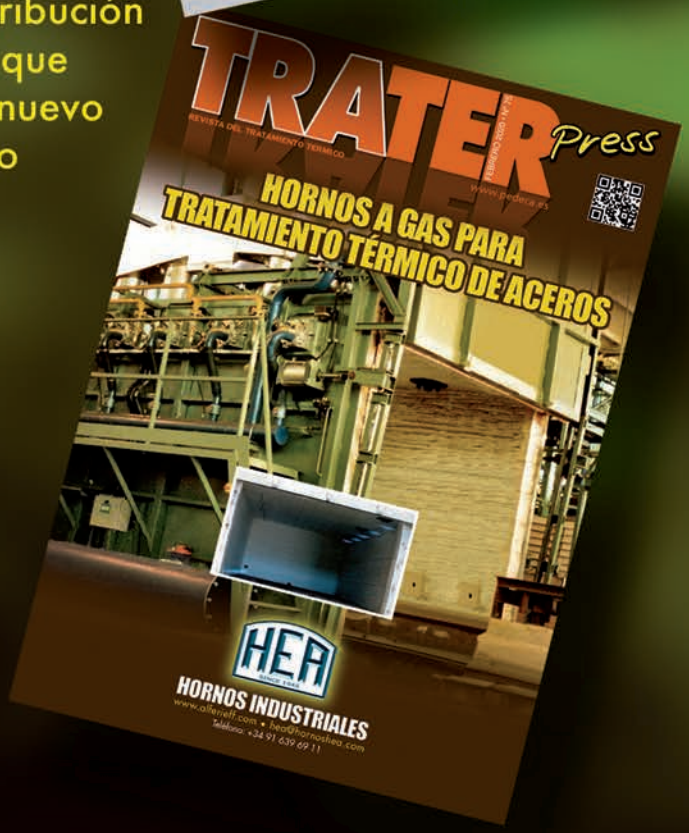
SU MEJOR COMUNICACIÓN

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

HORNOS A GAS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO DE ACEROS

HEA
SINCE 1945

HORNOS INDUSTRIALES

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