TRATER Press

FEBRERO 2021 • Nº 81

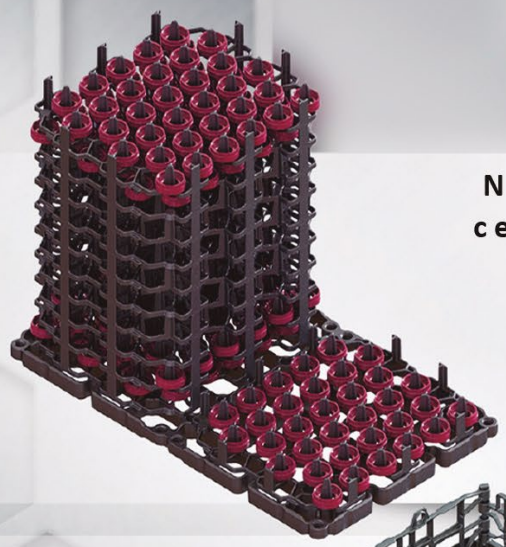
REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

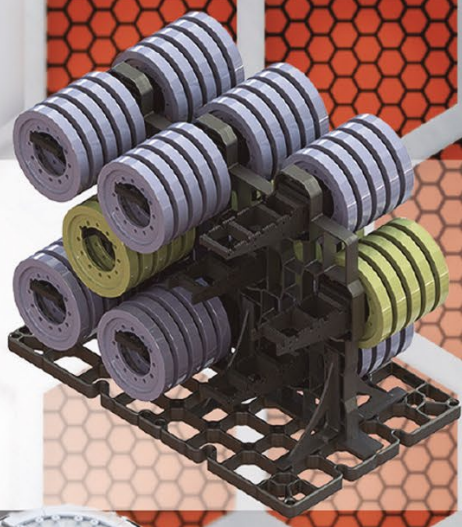
www.pedeca.es

CRONITE

Better by design

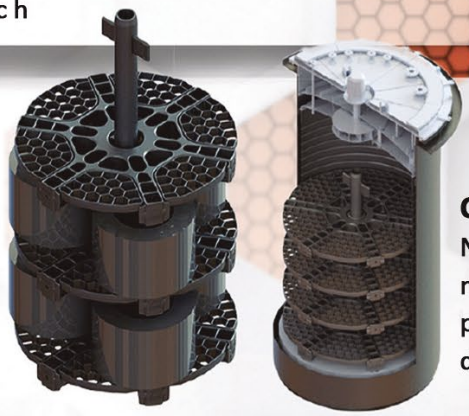
Diseño y fabricación de soportes de carga para todo tipo de hornos de Tratamiento Térmico en aceros refractarios, grafito, CFC, o soluciones mixtas





Nuevas aleaciones CR para cementación a baja presión

Nova Loada
Nuevas cestas modulables para hornos batch



Cronistar
Nuevos montajes para hornos de pote

www.cronite-group.com

Cronite Ibérica
Tfno.: +33 763 458 499 - Fax: +33 243 212 463
arnaud.trocherie@cronite-group.com

ADVANCED FACTORIES
EXPO & CONGRESS

8 -10 JUNIO 2021
CCIB BARCELONA

- Automatización
- Robótica
- Fabricación Aditiva
- Visión Artificial AR/ RV
- IoT y Ciberseguridad
- Inteligencia Artificial
- Cloud Industrial
- Machine Learning

5ª EDICIÓN

WE ARE THE FUTURE OF AUTOMATION

INDUSTRY 4.0 CONGRESS	+260 SPEAKERS	280 FIRMAS EXPOSITORAS	FACTORIES OF THE FUTURE AWARDS 2021

GLOBAL PARTNERS:

EVENT PARTNERS:

Consigue tu Business Pass con el código 3XX8W
WWW.ADVANCEDFACTORIES.COM

ORGANIZADO POR: NEBEXT NEXT› BUSINESS EXHIBITIONS

Nuestra Portada

CRONITE
Better by design

Diseño y fabricación de soportes
de carga para todo tipo de
hornos de Tratamiento Térmico
en aceros refractarios, grafito,
CFC o soluciones mixtas

Tfno.: +33 763 458 499 - Fax: +33 243 212 463
arnaud.trocherie@cronite-group.com

SUMARIO | FEBRERO 2021 - Nº 81

Artículos

Acuerdo entre ESPECTRO y LAND 4
Servicio remoto en realidad aumentada de IPSEN 5
+ Industry 2021: reencuentro estratégico para la industria avanzada 6
El comité científico de STEEL TECH comienza a perfilar el programa congresual 6
Nueva edición en 2021 del Fórum Técnico de Tratamiento Térmico - Trater Day 7
Tubos Reunidos confía en DuPont Sustainable Solutions para transformar su cultura de seguridad 8
Navantia aprovecha las soluciones de transformación digital de Ansys, para diseñar buques navales de próxima generación 10
Control de estructura, dureza o tratamiento térmico mediante corrientes Inducidas 15
Fórum de ARCAS 16
El sincrotrón ALBA y Eurecat cooperarán para impulsar la investigación en materiales 18
Air Liquide inaugura en Canadá la mayor unidad del mundo de producción de hidrógeno bajo en carbono por electrólisis con membrana 19
Vigilancia de aislamiento en instalaciones con bajos niveles de aislamiento 20
Subcontratación celebra en 2021 su vigésima edición como foro de negocio para PYMES y proveedores 23
Accesorios para los equipos de inspección mediante ensayos no destructivos 24
ABB se adjudica un contrato para suministrar un sistema eléctrico y de automatización completo para la industria del cobre en el norte de China 30
La TC para mediciones de precisión dimensional ya está en producción 34
RETSACOAT 39
Aceros para la fabricación de válvulas (Parte XI) 40

Director: Antonio Pérez de Camino
Publicidad: Carolina Abuin
Administración: María González Ochoa
Redactor Honorífico: José María Palacios
Asesor Técnico: Manuel A. Martínez Baena
Colaboradores: Juan Martínez Arcas
Jordi Tartera

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

ISSN: 1888-4423 - Dto. legal: M-53065-2007
Creatividad, diseño y maquetación: Pedeca Press
Impresión: Villena Artes Gráficas

Asociación colaboradora

ASAMMET
Asociación de Amigos de la Metalurgia

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.

Síguenos en

ACUERDO ENTRE ESPECTRO Y LAND

SPECTRO Hispania y LAND Instruments, empresas pertenecientes al grupo AMETEK y muy introducidas en el sector siderometalúrgico, unen sinergias para ofrecer un canal común para la adquisición de productos de medida de temperatura sin contacto en los sectores de fundición de hierro, tratamientos térmicos e inyección de aluminio.

LAND Instruments es una empresa líder en la fabricación de medidores de temperatura sin contacto portátiles, fijos, sistemas de barrido y cámaras de termografía, con más de 70 años de experiencia aportando soluciones de medición de temperatura.

SPECTRO es uno de los líderes a nivel mundial en el suministro de instrumentos analíticos, fabrica instrumentos avanzados, desarrolla las mejores soluciones para aplicaciones muy diversas y ofrece al cliente un servicio ejemplar. Los productos de SPECTRO presentan capacidades técnicas únicas que ofrecen beneficios mensurables a sus clientes.

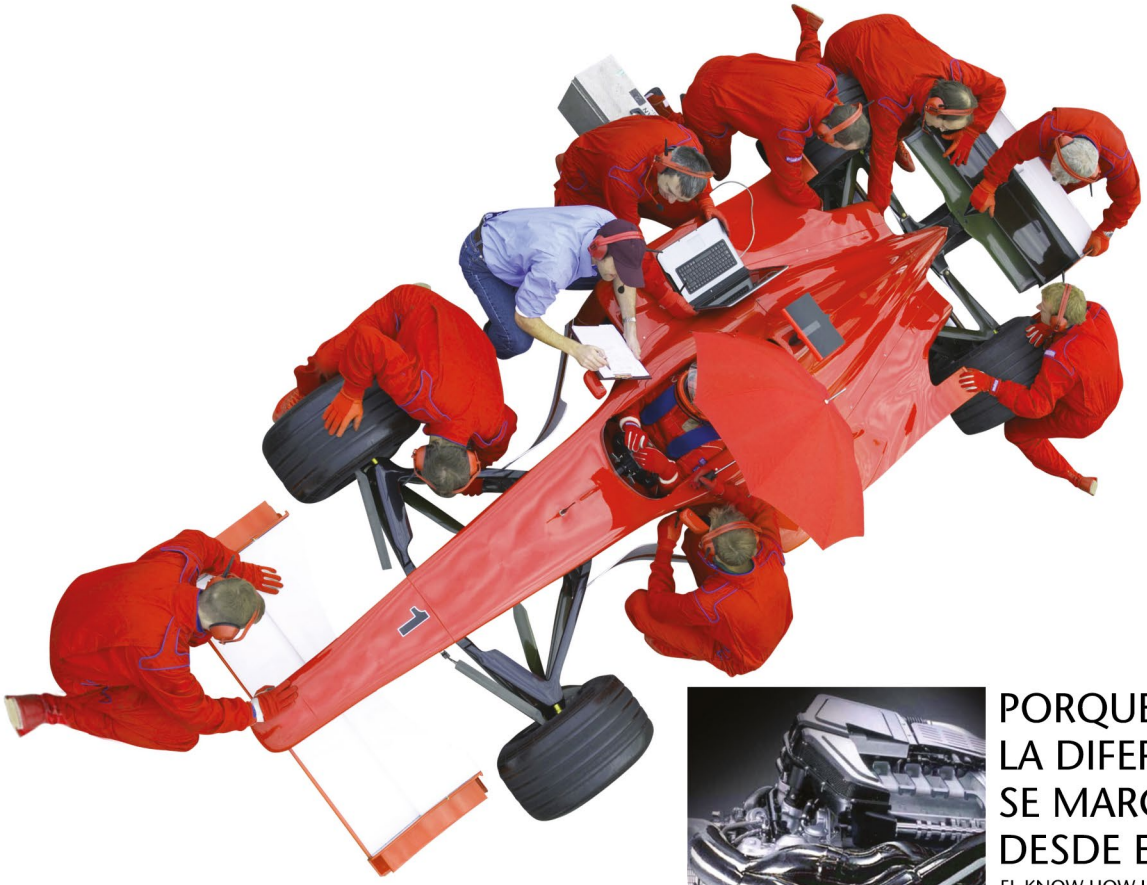
SERVICIO REMOTO EN REALIDAD AUMENTADA DE IPSEN

Dependiendo del alcance esperado, puede reservar paquetes de horas en línea. El soporte en línea que se necesita con urgencia se puede llamar fácilmente y sin más demoras.

Ventajas:

- Transmisión de video en vivo de un experto en soporte de Ipsen con comentarios en tiempo real.
- Sin tiempo de espera; sin gastos de viaje.
- Cursos de formación online para personal operativo y de mantenimiento.
- Orientación paso a paso a través de los procedimientos de reparación (después de un acuerdo previo).
- Reserva de paquetes de horas escalonadas.
- Informe de servicio detallado incluida reserva por hora después de cada llamada de asistencia telefónica.
- En el contexto de la garantía y para clientes premium: soporte en línea gratuito.

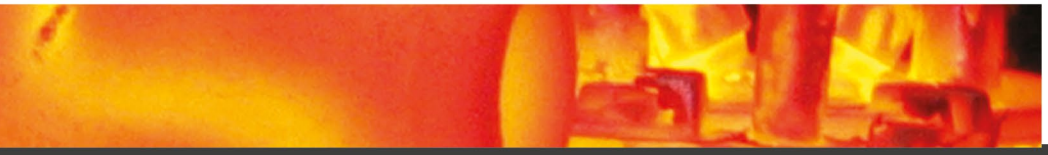
Usted reserva un paquete de horas de soporte en línea y después de cada sesión en línea recibirá el informe de actividad respectivo y la notificación actualizada de las horas aún disponibles, para que pueda complementar su paquete de horas en consecuencia a tiempo.



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.



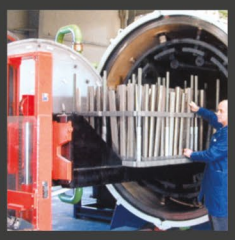
ARROLA®

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.com

+ INDUSTRY 2021: REENCUENTRO ESTRATÉGICO PARA LA INDUSTRIA AVANZADA

+Industry celebrará su próxima edición en octubre, los días 26 a 28. El equipo organizador del certamen ha decidido ubicar esta cita industrial en el segundo semestre del año, ante la incertidumbre que plantea el contexto actual y tras recoger las consideraciones de las asociaciones más representativas del sector, así como de las empresas expositoras, una vez cerrado el plazo preferente de contratación. La industria 4.0 requiere de una visión global y con este compromiso Bilbao Exhibition Centre continuará trabajando, para organizar un evento completo y atractivo desde la perspectiva económica, comercial y tecnológica, adecuado al nivel de desarrollo de sus principales agentes.

Bajo el paraguas de su marca, +Industry celebrará de forma simultánea las ferias Industry Tools by Ferroforma, Subcontratación, ADDIT3D, BeDigital, Pumps&Valves y Maintenance. En tiempos de gran desafío como los actuales, el objetivo de esta convocatoria se centrará en ofrecer un punto de reencuentro necesario que genere negocio, amplíe contactos y acerque nuevas oportunidades para la activación del sector.

La suma de estos siete certámenes potenciará, además, sinergias muy interesantes y ofrecerá soluciones a medida en procesos de fabricación, suministros y herramientas, además de las últimas tecnologías, equipos para procesos industriales y productos para el mantenimiento de activos e instalaciones. Para ello, + Industry apostará por crear espacios muy dinámicos con un programa que combinará el área expositiva con jornadas técnicas, demostraciones en directo, encuentros B2B y otras herramientas complementarias, que permitirán incrementar el impacto comercial en formatos alternativos. Las herramientas digitales también estarán presentes para ampliar el ámbito de difusión de +Industry, con la elaboración de contenidos que podrán ser vistos a través de Internet.

EL COMITÉ CIENTÍFICO DE STEEL TECH COMIENZA A PERFILAR EL PROGRAMA CONGRESUAL

El comité científico de STEEL TECH, Congress & Expo, se ha reunido recientemente para fijar los objetivos estratégicos y líneas de acción del apartado congresual del encuentro. En esta primera reunión de trabajo se han concretado los perfiles y características de las empresas y ponentes que participarán en el programa de conferencias.

En este sentido, representantes de empresas usuarias de sectores estratégicos como la construcción, automoción, ferroviario y energía serán los protagonistas del primer día del Congreso. La temática de esta jornada girará en torno a las "Soluciones y Aplicaciones del acero" en los sectores mencionados. La segunda jornada centrará sus conferencias en "Acero del futuro & Retos". Las ponencias del día girarán en torno a los retos que supone la doble transición digital y sostenible como la smartización, inteligencia artificial, ciberseguridad, economía circular (valorización, reciclaje, gestión chatarras) entre otros.

Al término de cada bloque temático tendrá lugar una mesa redonda, en la que se debatirán las principales conclusiones extraídas de las ponencias. Serán más de 40 expertos nacionales e internacionales de gran prestigio los que durante dos jornadas completas aborden los grandes retos y tendencias orientadas a la innovación y a la tecnología en el sector siderúrgico.

El comité científico de STEEL TECH está formado por representantes de empresas, centros tecnológicos y asociaciones como ArcelorMittal, Aceros Inoxidables Olarra, Sidenor, Alfe Cutting, Acería de Álava (Grupo Tubacex), CEIT, Tecnalia, IDOM, Sarralle, SPRI y Unesid, así como representantes de Siderex y Bilbao Exhibition Centre, organizadores del evento.

STEEL TECH celebrará su primera edición del 19 al 21 de octubre de 2021 y aspira a convertirse en punto de encuentro de referencia internacional del sur de Europa para el sector del acero.

NUEVA EDICIÓN EN 2021 DEL FÓRUM TÉCNICO DE TRATAMIENTO TÉRMICO - TRATER DAY

La V edición de este Fórum Técnico tendrá lugar en formato online el próximo día 25 de marzo de 2021.

El INSTITUTO DE FUNDICIÓN TABIRA y el centro AZTERLAN, con la colaboración de TRATER PRESS, organizan una nueva edición de un evento que congregará en 2021 a la industria del tratamiento térmico, en esta ocasión en un formato virtual.

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

El principal objetivo de esta propuesta de trabajo es mejorar la posición tecnológica y competitiva de las empresas de la industria metal mecánica, presentando importantes innovaciones tecnológicas provenientes de los últimos desarrollos en el campo de los tratamientos térmicos. Esta jornada técnica de trabajo se posiciona como punto de encuentro para profesionales, técnicos y equipos de investigación especializados en los últimos avances e innovaciones en los distintos ámbitos de la industria del tratamiento térmico (tecnologías de temple, tratamientos superficiales, caracterización, medición, recubrimientos...). Se trata así de convocar tanto a las empresas referentes del sector como a los sectores estratégicos que los aplican (automoción, eólica, ferroviaria, aeronáutica, fundición, entre otras).

La última edición de este Fórum congregó a cerca de 100 personas de 70 empresas, un éxito de convocatoria que se prevé repetir en la edición de este año. En esta ocasión, se contará con ponencias de NIPPON GASES, GH INDUCTION, GHI, ANÁLISIS Y SIMULACIÓN AyS, METALESTALKI, ADI TREATMENTS, TEKNIKER, A3TS y AZTERLAN.

TUBOS REUNIDOS CONFÍA EN DUPONT SUSTAINABLE SOLUTIONS PARA TRANSFORMAR SU CULTURA DE SEGURIDAD

Tubos Reunidos y DuPont Sustainable Solutions (DSS) han alcanzado un acuerdo de colaboración, enfocado en la transformación de la cultura de seguridad de la compañía para sus dos plantas principales, Tubos Reunidos Industriales y Productos Tubulares, localizadas ambas en el País Vasco, en concreto en los municipios de Amurrio y Valle de Trápaga, respectivamente.

Tubos Reunidos es una compañía líder global en segmentos de nicho especiales de productos tubulares de acero sin soldadura y con más de 120 años de experiencia, que emplea a más de 1.200 personas entre sus dos plantas de Tubos Reunidos Industriales (Amurrio) y Productos Tubulares (Valle de Trápaga).

Tubos Reunidos confirma con la formalización de este proyecto su compromiso máximo con la seguridad de todos sus trabajadores y trabajadoras como valor innegociable.

DSS y Tubos Reunidos han estado trabajando en un ambicioso proyecto de transformación de la seguridad, cuya primera fase se ha puesto en marcha ya en enero y que tiene por objetivo identificar en primer lugar el estado actual, tanto en materia de prevención como en lo relativo a la seguridad de procesos/instalaciones. Con independencia del objetivo a medio plazo de instaurar en la Organización una sólida cultura de seguridad, el proyecto prevé reducir la siniestralidad y mejorar el bienestar/seguridad de los empleados y empleadas, con resultados a corto plazo.

En una primera etapa de movilización, a lo largo del primer semestre del año 2021, consultores senior de DSS visitarán ambas plantas y realizarán entrevistas personales con empleados y empleadas, directivos y directivas y mandos, además de encuestas de percepción de la seguridad, a fin de construir un sólido mapa de situación a partir del que diseñar distintas acciones de mejora encuadradas en un Plan de Acción.

Se prevé que la segunda etapa del proyecto se desarrolle a partir del segundo semestre del año y durante los siguientes dos años y medio. En esta fase se implementará el plan de acción que se estructure a partir de la información recopilada y que se elaborará conjuntamente entre DSS y Tubos Reunidos. Las acciones definidas serán lideradas posteriormente por diversos grupos de trabajo multidisciplinares, compuestos por diversas personas de la compañía, que aportarán sus diferentes puntos de vista desde al diseño hasta la implementación de las soluciones acordadas.

“Este proyecto es uno de los más importantes en los que se ha embarcado la compañía en los últimos años”, reconoce Carlos López de la Heras, director general de Tubos Reunidos. “La seguridad de todas las personas que trabajan y colaboran con el Grupo Tubos Reunidos es en todo momento la prioridad en la empresa. Nuestro objetivo es

alcanzar la meta de los cero accidentes y la excelencia en materia de prevención. Y en DuPont Sustainable Solutions hemos encontrado nuestro socio ideal", afirma Francisco Irazusta, presidente del Grupo.

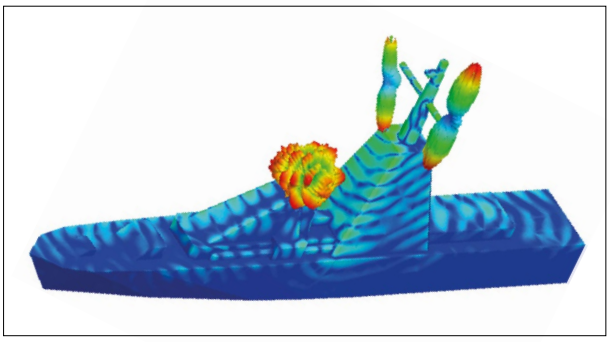
Por su parte, "la integración en el proyecto de todos los niveles de la organización" constituye frecuentemente el principal para el éxito. Así lo reconoce Marce García, director de DuPont Sustainable Solutions para España y Portugal, quien afirma que el principal propósito del proyecto pasa por que "desde el último operador hasta el CEO de la compañía sean partícipes de esta iniciativa de transformación cultural, que todos ellos se sientan dueños del cambio y que una nueva forma de trabajar enfocada en una mejora continua en el control de riesgos, se integre plenamente en el día a día de las operaciones".

NAVANTIA APROVECHA LAS SOLUCIONES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE ANSYS, PARA DISEÑAR BUQUES NAVALES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

Navantia y Ansys (NASDAQ: ANSS) están reduciendo sustancialmente el tiempo de diseño y también aumentando el rendimiento de los buques de la marina de nueva generación, como las fragatas F-110 y los submarinos S-80. A través de un nuevo acuerdo estratégico, los ingenieros de Navantia aprovecharán las soluciones de Ansys como parte del Sistema Integrado de Gestión Empresarial del Astillero 4.0, la plataforma tecnológica de vanguardia de Navantia que incluye tecnologías digitales a lo largo del ciclo de vida operativo de los buques de la marina, para mejorar la calidad del producto y acelerar la producción.

Para mejorar el diseño de las naves, maximizar la velocidad de construcción y minimizar los costes de desarrollo, los procesos y procedimientos de ingeniería deben garantizar que las herramientas y los datos de simulación se fusionen con todo el ecosistema digital de la empresa y a lo largo del ciclo de vida de una nave. Esta colaboración equipa a los ingenieros de Navantia con el amplio conjunto de soluciones de simulación de Ansys, permitiéndoles acelerar el desarrollo de fragatas y submarinos altamente avanzados, reducir significativamente las señales de los buques, disminuir el impacto de las amenazas externas y medioambientales, y producir componentes ligeros y optimizados.

La integración de las soluciones de Ansys mejora significativamente el proceso de simulación de Na-



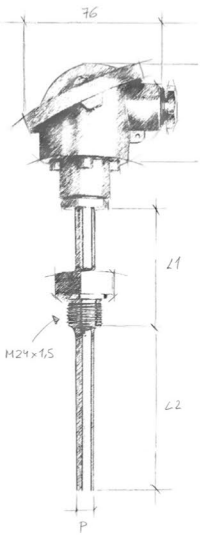
vantia y las capacidades de gestión de datos, también automatiza los flujos de trabajo de ingeniería a través del hilo digital de Navantia para aumentar la eficiencia operativa. Además, los gemelos digitales basados en la física ayudarán a los ingenieros navales a supervisar el rendimiento y los requisitos de mantenimiento de los buques desplegados, ayudando así a promover la seguridad y la productividad de los combatientes navales.

"Ansys está impulsando la misión del Astillero 4.0 proporcionando soluciones de simulación líderes en la industria y tecnología de gemelos digitales a toda nuestra empresa digital. Esto proporciona una formidable ayuda para aumentar nuestra capacidad de innovación y representa una nueva dirección dinámica para la ingeniería de productos y servicios inteligentes", dijo Donato Martínez, jefe de tecnología de Navantia. "Bajo este nuevo acuerdo, Ansys permitirá a nuestros ingenieros crear una multitud de nuevos y audaces diseños, mejorar la fidelidad de la simulación, aumentar drásticamente el rendimiento del producto y reducir el tiempo y el coste de desarrollo".

"Junto con Navantia, estamos construyendo buques inteligentes muy avanzados que proporcionan capacidades de salvamento", dijo Prith Banerjee, jefe de tecnología de Ansys. "Ansys ayudará a Navantia mediante la mejora de una clara estrategia de digitalización dentro de un entorno abierto y permitiendo una robusta infraestructura de conocimiento compartido para sus equipos de ingeniería, lo que mejorará la colaboración. Además, las soluciones de Ansys impulsarán la productividad de la ingeniería, creando flujos de trabajo altamente eficientes que eran inconcebibles hace solo unos años".

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

CONTROL DE ESTRUCTURA, DUREZA O TRATAMIENTO TÉRMICO MEDIANTE CORRIENTES INDUCIDAS

Una de las aplicaciones más usadas y extendidas de las corrientes inducidas es el control de la producción en piezas de automoción. El objetivo es verificar una correcta estructura o aleación, la dureza, un correcto tratamiento térmico o bien la profundidad de capa templada.

Equipo Eddyliner S con accesorios de IBG con ejemplos de piezas inspeccionadas.

FD NDT lleva años proporcionando soluciones a los fabricantes de piezas de automoción que les permitan controlar el 100% de sus piezas producidas, cumpliendo así con los estándares de calidad actuales en este sector.

Nuestras soluciones abarcan desde estaciones manuales o semiautomáticas, hasta instalaciones completamente automatizadas, ya sea en línea, en estaciones independientes, o bien integradas en máquinas de control de calidad ya existentes, que utilizan otras tecnologías como pueden ser sistemas de visión artificial.

Hay muchas maneras de efectuar este tipo de ensayos, se puede hacer en estático, es decir, parando la pieza para inspeccionarla, o en dinámico, inspeccionando la pieza en movimiento, ya sea en una cinta transportadora o en una mesa rotativa. Utilizando bobinas, ya sean circulares, rectangulares, abiertas, bobinas interiores o bien con sondas.

Algunos ejemplos de bobinas y sondas de la firma IBG.

Bobina ID para control del temple zona interior, en este caso se puede ver cómo la zona templada está desplazada, lo cual generaría una señal de NO OK y la pieza sería rechazada.

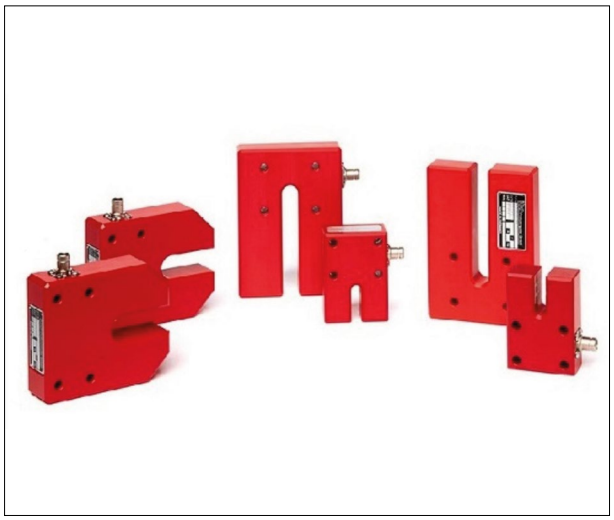
La elección dependerá de muchos factores como, por ejemplo:

■ **Tiempos de ciclos**, con un test dinámico podemos inspeccionar un número mayor de piezas que con un test estático, pero por contra se suele perder sensibilidad o poder de detección en un test dinámico. Con un test estático podemos tener velocidades de inspección de 1 a 1,5 piezas segundo con un canal (pudiendo aumentar la velocidad añadiendo canales de inspección en paralelo), mientras con un test dinámico podemos inspeccionar a velocidades de 10 piezas segundo o más.

■ **Sensibilidad de detección**, dependiendo del tipo de defectos que queramos detectar utilizaremos bobinas circulares o rectangulares, abiertas, interiores o sondas. Las bobinas circulares y rectangulares suelen tener más sensibilidad, pudiendo detectar diferencias más pequeñas de material

o dureza (de hasta 3-5 HRC), mientras que las bobinas abiertas o sondas no tendrían la sensibilidad de detectar pequeñas diferencias. También influye en la sensibilidad el tamaño de la pieza respecto al de la bobina, cuanto más se acerque el tamaño de la pieza al de la bobina utilizada mejor sensibilidad tendremos.

■ **Tipo de pieza**, dependiendo de la geometría de la pieza puede ser más adecuado el uso de una sonda o una bobina envolvente, abierta o una bobina interior. Igualmente, si toda la pieza tiene la misma estructura/dureza posiblemente utilicemos una bobina, mientras que si la misma pieza puede tener zonas de diferentes durezas o aleación utilizaremos una sonda y tomaremos diferentes medidas en la misma pieza, pudiendo discriminar no solo piezas de diferente estructura sino también piezas que tengan áreas o zonas de diferente estructura.



Gama de bobinas abiertas de IBG.

■ **Máquina o línea donde ha de ir instalado el control**, el lugar donde hemos de integrar el equipo también nos puede obligar a utilizar un tipo de sensor u otro, normalmente un plato rotativo implicará la utilización de una bobina abierta o una sonda, mientras que en una cinta transportadora podemos utilizar una sonda o una bobina rectangular (haciendo pasar la cinta por dentro de la bobina).

https://youtu.be/o4eBPh3CBRQ ➜ Inspección dinámica en cinta transportadora con sonda de rodillos de rodamientos de nuestro cliente Fersa. El video fue grabado durante unas pruebas de viabilidad hechas en IBG.

https://www.youtube.com/watch?v=tcwoc8gQQ-mw&t=9s ➜ Inspección dinámica en plato rotativo con diferentes opciones de bobinas y sondas.

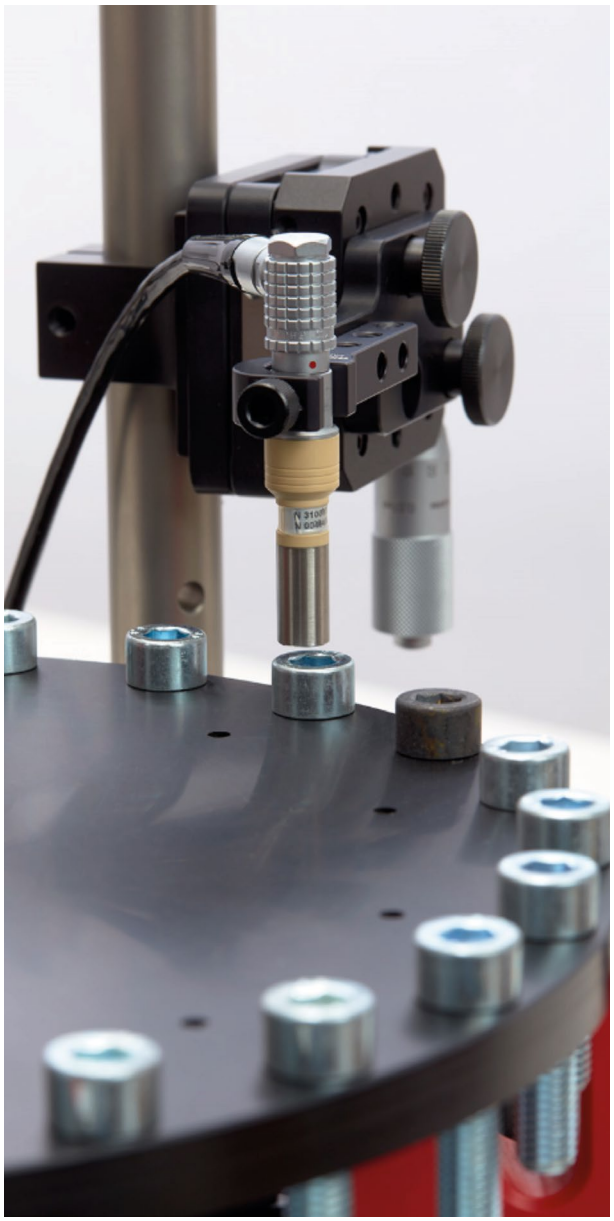
Una misma pieza puede inspeccionarse de diferentes maneras dependiendo de la tipología de defecto, nivel de automatización, tipo de integración o velocidades de inspección entre otros factores.

En FD NDT siempre aconsejamos hacer un estudio previo de viabilidad para verificar que la solución cumple con los requisitos del cliente, analizar primero qué tipo de sensor o sensores son capaces de detectar los defectos, para luego ver cómo los integramos en la línea de producción o máquina de verificación del cliente.

Algunos ejemplos de aplicaciones que hemos llevado a cabo durante los últimos años:

- Control de verificación estructura Ferrítica-Perlítica (max. 25% de Perlita) en piezas de fundición sector automoción.
- Control presencia Cementita en piezas de fundición sector automoción.
- Control del correcto temple por inducción integrado en la máquina de temple en tulipas y otros elementos de transmisión del sector automoción. Pudiendo discriminar entre pieza templada o no templada o también detectar piezas con la zona templada desplazada, o una profundidad de la capa templada incorrecta (demasiada profundidad o profundidad insuficiente).
- Control de dureza/tratamiento térmico en piezas sinterizadas.
- Control de dureza/tratamiento térmico en rodillos, agujas y bolas de rodamientos.
- Control de dureza/tratamiento térmico en tornillos, tuercas y diversos elementos de fijación integrados en máquinas de visión artificial.
- Control de dureza/tratamiento térmico en tuercas sector automoción integrado en máquina de visión artificial.
- Control de profundidad de capa en tratamiento de nitro carburación en engranajes de caja de cambio automoción.
- Control de dureza/temple inducción en vástagos de amortiguadores.
- Control de dureza/tratamiento térmico en piezas de seguridad de corte fino.
- Control de dureza/tratamiento térmico en piezas de estampación.
- Control de dureza/tratamiento térmico en piezas de forja.
- Control de mezcla de materiales en barras previas al proceso de forja.

Y para acabar, un par de aplicaciones curiosas en las que además de utilizar el equipo de Corrientes inducidas para control de estructura se utilizaba para:



Control dinámico con sonda en cabeza de tornillos.

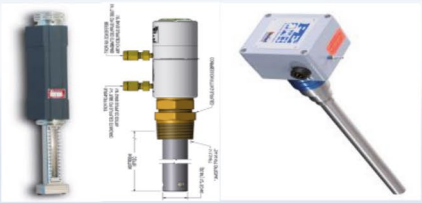
• Control de posición de piezas asimétricas. El equipo de corrientes inducidas estaba situado justo antes de meter la pieza en la rectificadora, y además de controlar la estructura y dureza, se aseguraba que ésta estaba bien orientada para introducir en la rectificadora el lado correcto.

• Control de centrado de mecanizado. En este caso una empresa de mecanizado de pequeñas piezas utilizaba el equipo de corrientes inducidas para, además de controlar la estructura /dureza de las piezas, verificar que un mecanizado interno estaba bien centrado en la pieza, en aquellas piezas en las que el mecanizado interno no era el correcto se generaba una pared con muy poco espesor y generaba una señal de NO OK rechazando toda pieza con el mecanizado descentrado.

HOT técnicas en Hornos HOT, S.L.

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES



EQUIPOS DE CONTROL Y REGULACIÓN

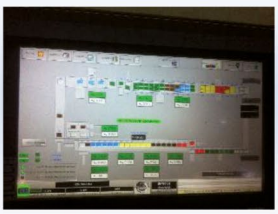
Lohmann
Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS - CESTAS

PINTURAS ANTICEMENTANTES - ANTINITRURANTES

DISEÑO Y CONSTRUCCION

HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION



SERVICIO TECNICO - REPUESTOS PARA HORNOS

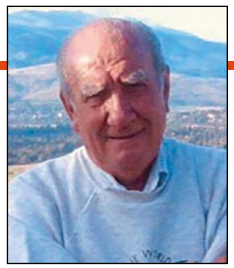
TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

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

Febrero 2021

FÓRUM DE ARCAS



Juan Martínez Arcas

A petición de algunos lectores de la Revista TRATER Press y dado el interés que ha sustizado el tema DISEÑO, intentaremos ampliar lo que ya se ha expuesto, aplicado a las herramientas (Moldes y Matrices).

Son varios los autores que coinciden en que los factores determinantes del éxito o fracaso de una herramienta son :

- Buen Diseño (factores metalúrgicos).
- Buen Acero (correcta elección).
- Buen Tratamiento Térmico (técnicas y medios apropiados).
- Buen Servicio y mantenimiento.

Intentaremos a lo largo de esta exposición, ver la influencia del Factor Metalúrgico.

DISEÑO (INGENIERÍA MECÁNICA)

Por definición sabemos que la ingeniería mecánica está dedicada a estudiar el diseño y la construcción de máquinas de producción, herramientas y aplicar tales máquinas a la producción de energía, fabricación, transporte, minería, agricultura y a dirigir las investigaciones encaminadas al desarrollo y perfeccionamiento de nuevos procesos y sistemas.

Las secciones de diseño de herramientas están incluidas dentro de la ingeniería mecánica. El diseño será provisional hasta que las pruebas técnicas demuestren sus ventajas sobre otros posibles diseños. La estética no forma parte en la selección de los componentes.

El Factor Metalúrgico dentro del diseño y ya específicamente del de las herramientas (Moldes y Matrices) toma un valor de primer orden, dado que de él partirá la elección del acero, precauciones y tipos de proceso se aplicarán en los tratamientos térmicos así como en las fases del maquinado, normas preventivas con base física y metalúrgica durante el servicio, etc.

Quizás deberíamos hablar de los factores metalúrgicos concretos, además de los ya expuestos en otros números de la revista y a tener en cuenta en el diseño de las herramientas con respecto al tratamiento térmico, como la influencias de las entallas en profundidad y agudeza según los cálculos de Neuber, o bien las explicaciones de Hunn y Ozchats, sobre la influencia de los taladros frente al límite de fatiga, etc. Creemos más bien dejar en el ánimo de Vds. la inquietud y la necesidad perentoria en los servicios de Diseño de la colaboración de los Metalúrgicos y la del Tratamiento Térmico.

Exponemos el caso típico de grieta de temple originada en dos ángulos sin acuerdo (ver figura A). Son varias las anomalías que presenta esta pieza además de la falta de ángulos de acuerdo, grandes diferencias de masas, taladros ciegos, etc. Todo ello provocará no solo fisuras o grietas de temple, además de la rotura del útil en servicio.

En las figuras B y C ampliamos la información del anterior número sobre figuras de piezas con correctos y erróneos diseños.

No quisiera terminar sin resumir de forma concisa todo lo expuesto.

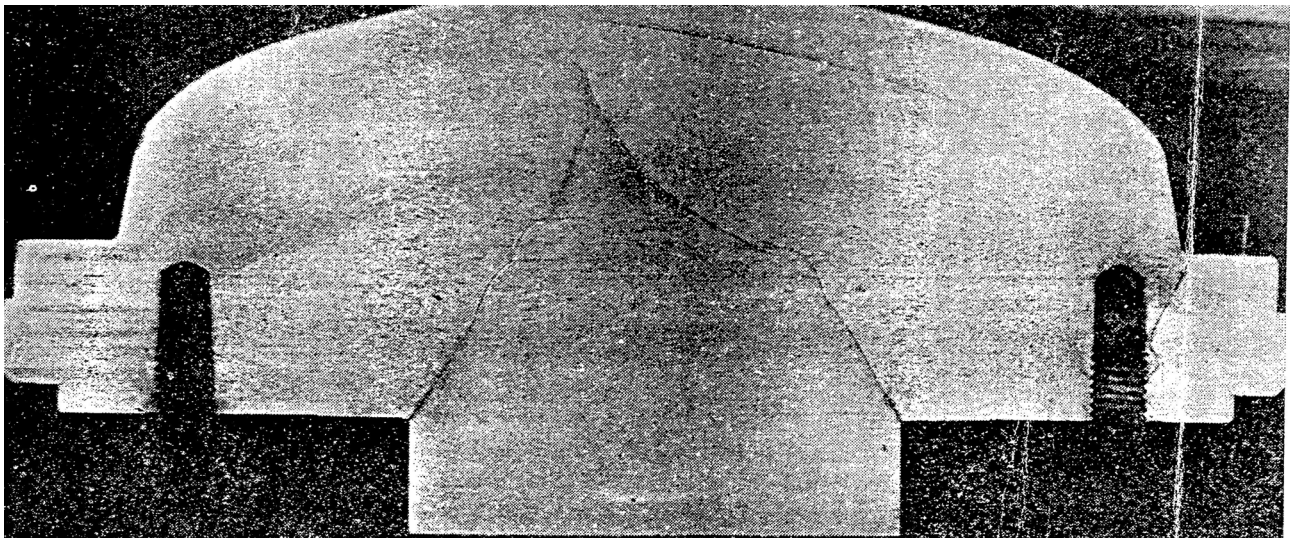


Figura A. Grietas de temple originadas por ángulos sin acuerdo.

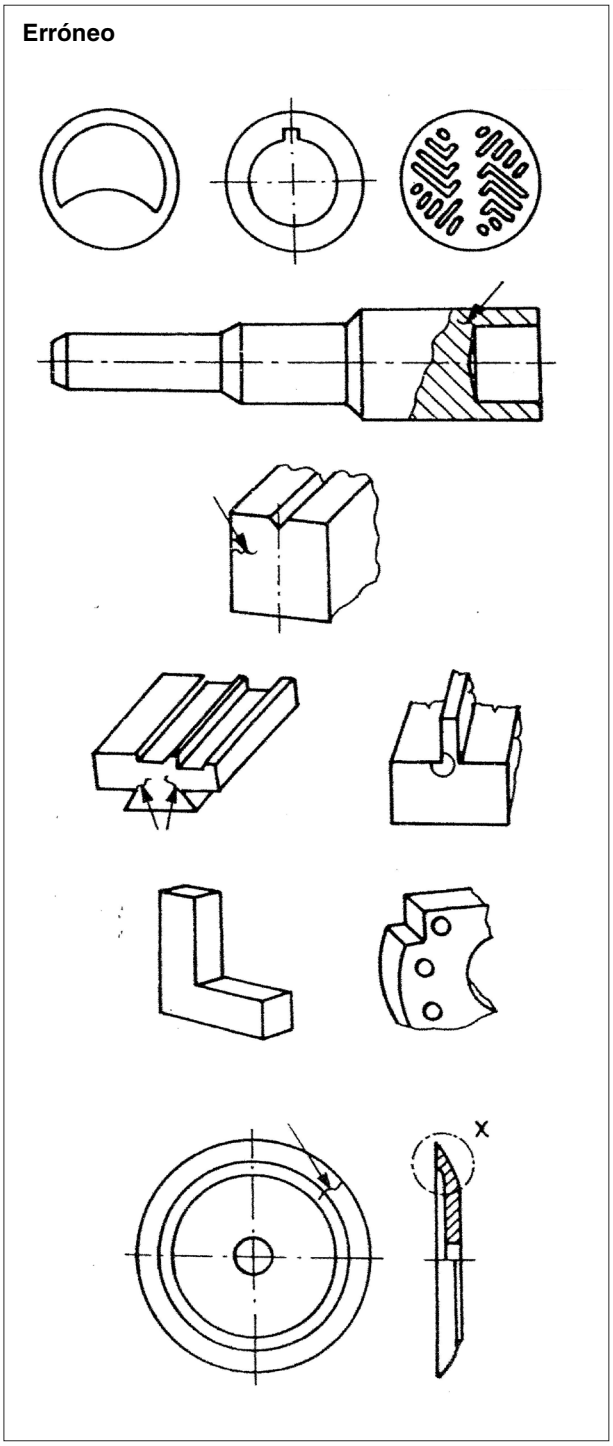


Figura B. Piezas con diseños erróneos.

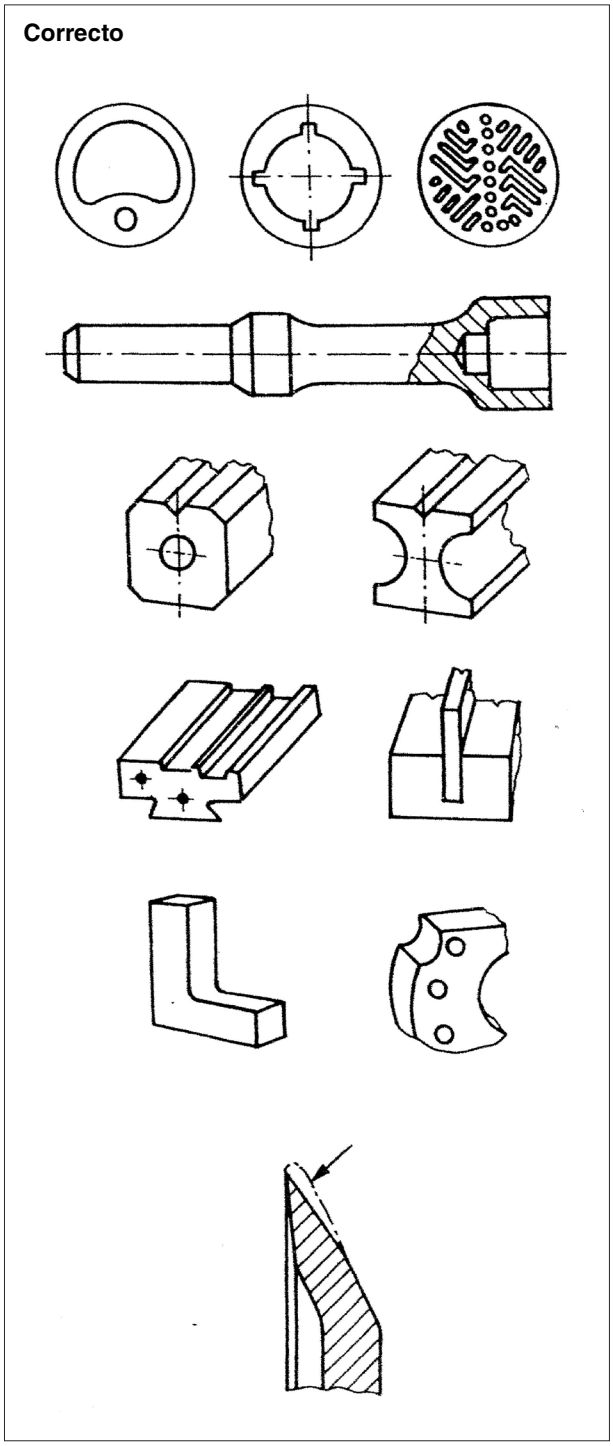


Figura C. Piezas con diseños correctos.

Al proyectar un útil o herramienta (Molde o Matriz) debería tenerse en cuenta:

1°-. Que debe ser sometido a tratamiento térmico.

2°-. Eliminar cualquier factor que pueda influir al tratamiento térmico:

- Ángulos.
- Marcas de herramienta o punzonado.
- Masas desiguales.
- Elección del acero.
- Elección de durezas.

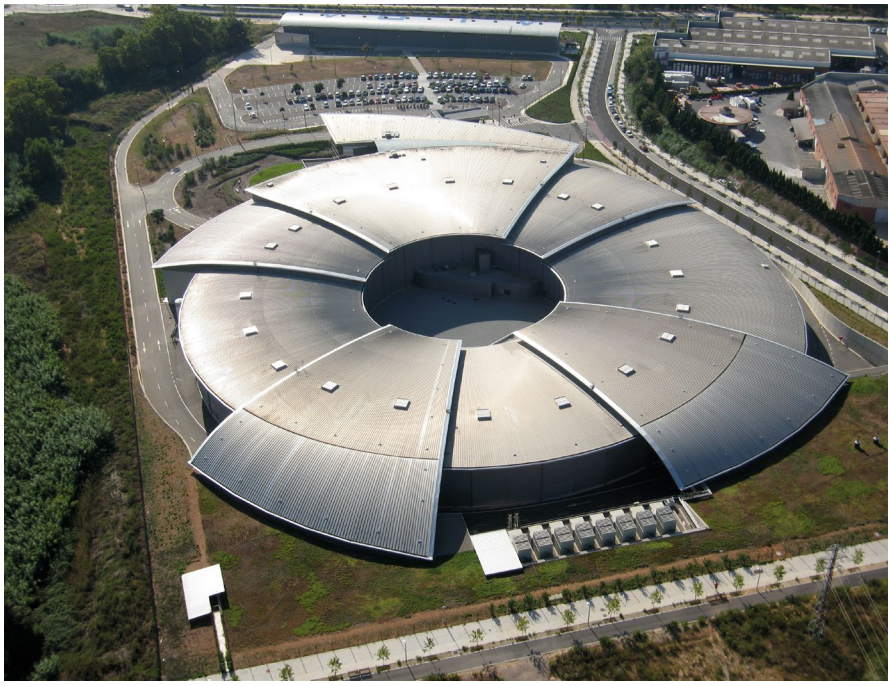
3°-. Elección del medio o tipo de instalación de T.T. (Mufla, Sales, Vacío, etc.).

4°-. Siempre que sea posible, en los planos debería constar y de forma destacada estas precauciones.

5°-. Control del rendimiento, informando de aquellas mejoras o fallas observadas, y así con la colaboración del utilizador, diseñador, mecanizador, acerista y tratamiento térmico, lograremos herramientas más rentables. Creo que esta colaboración es necesaria, a nadie ha de perjudicar y en cambio a todos beneficiar.

EL SINCROTRÓN ALBA Y EURECAT COOPERARÁN PARA IMPULSAR LA INVESTIGACIÓN EN MATERIALES

Mediante este acuerdo, ambas instituciones colaborarán en proyectos de investigación e innovación basados en el uso de la luz de sincrotrón, para desarrollar aplicaciones de interés industrial.



El Sincrotrón ALBA y el centro tecnológico Eurecat han firmado un convenio para cooperar e impulsar la investigación de materiales, en el que se establece un ámbito de colaboración para participar en proyectos de investigación, desarrollo e innovación de interés mutuo relacionados con la luz de sincrotrón y el desarrollo de nuevos productos y materiales, así como la mejora de distintos procesos de relevancia científica e industrial.

En concreto, se perseguirá, entre otros, el desarrollo de nuevos materiales metálicos, cerámicos, composites y baterías, la mejora de procesos de fabricación industriales y el desarrollo de tecnologías y procesos para la mejora de los recursos medioambientales, así como la introducción en el sector industrial de los beneficios de la I+D basada en luz de sincrotrón y la innovación tecnológica, en particular en las pequeñas y medianas empresas.

El Sincrotrón ALBA es una de las infraestructuras científico-técnicas más importantes de España y actualmente preside la Liga Europea de Fuentes de Fotones basados en Aceleradores (LEAPS), que agrupa a una veintena de grandes infraestructuras europeas. ALBA fue inaugurado en 2010 y desde ese momento se ha dedicado a ofrecer luz de sincrotrón a la comunidad científica e industrial, interesada en caracterizar a escala atómica y molecular materiales de campos tan diversos como biomedicina, ciencia de materiales, nanotecnología o arqueología. ALBA ha prestado servicio a más 1.900 instituciones, centros de investigación y empresas privadas de 45 países distintos. Sus instalaciones son utilizadas por más de 2.100 usuarios académicos e industriales cada año y se han generado cerca de 2.000 publicaciones científicas, muchas de ellas de gran impacto, y que son mencionadas directa o indirectamente por 372 patentes.

Eurecat aglutina la experiencia de más de 650 profesionales que generan un volumen de ingresos de 50 millones de euros anuales y presta servicio a más de 1.600 empresas. I+D aplicado, servicios tecnológicos, formación de alta especialización, consultoría tecnológica y eventos profesionales son algunos de los servicios que Eurecat ofrece tanto para grandes como para pequeñas y medianas empresas de todos los sectores. Con instalaciones en Barcelona, Canet de Mar, Cerdanyola del Vallès, Girona, Lleida, Manresa, Mataró, Reus, Tarragona, Amposta y Vila-seca, participa en 160 grandes proyectos consorciados de I+D+i nacionales e internacionales de alto valor estratégico y cuenta con 88 patentes y 7 spin-off. El valor añadido que aporta Eurecat acelera la innovación, disminuye el gasto en infraestructuras científicas y tecnológicas, reduce los riesgos y proporciona conocimiento especializado a medida de cada empresa.

AIR LIQUIDE INAUGURA EN CANADÁ LA MAYOR UNIDAD DEL MUNDO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO BAJO EN CARBONO POR ELECTRÓLISIS CON MEMBRANA

Air Liquide ha finalizado la construcción del electrolizador PEM (siglas en inglés de Membrana Intercambiadora de Protones) más grande del mundo. Esta unidad, alimentada con energía renovable, ya produce hasta 8,2 toneladas al día de hidrógeno bajo en carbono en Bécancour (Quebec). El Grupo confirma con esta nueva inversión a gran escala, su compromiso a largo plazo en los mercados del hidrógeno energía y su objetivo de convertirse en un actor importante en el suministro de hidrógeno bajo en carbono.

Con una capacidad de 20 MW, este nuevo electrolizador PEM dotado con la tecnología de Cummins, es la planta más grande de este tipo en funcionamiento en todo el mundo en este momento y permitirá responder a la creciente demanda de hidrógeno bajo en carbono en Norteamérica. La proximidad de Bécancour con los principales mercados industriales de Canadá y Estados Unidos, contribuirá a garantizar el aprovisionamiento de hidrógeno bajo en carbono para uso industrial y para la movilidad. La puesta en marcha de dicha unidad de electrólisis aumenta en un 50 % la capacidad de producción de hidrógeno de Air Liquide en la planta de Bécancour.

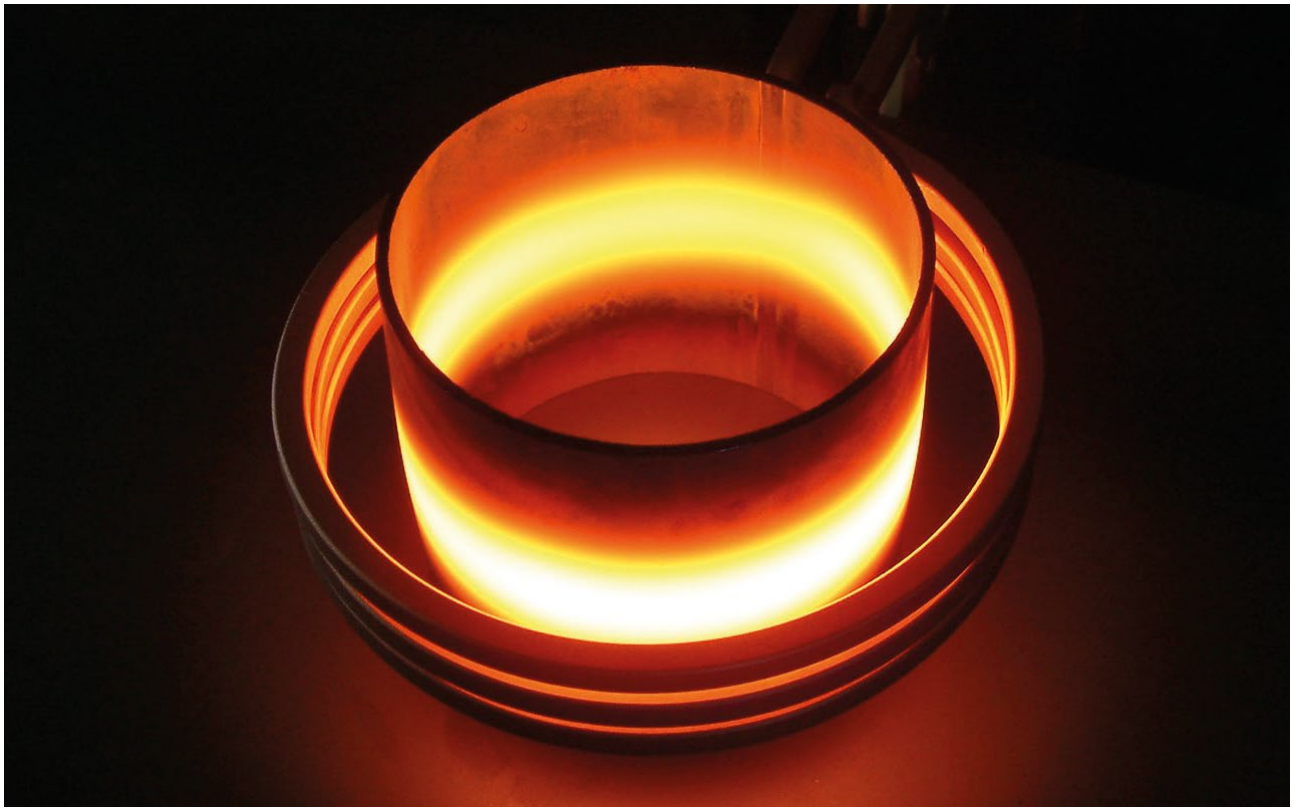
En comparación con un proceso de producción de hidrógeno tradicional, esta nueva unidad de producción permitirá evitar la emisión de casi 27.000 toneladas de CO2 al año, es decir, las emisiones anuales de unos 10.000 coches. La elección de Bécancour está ligada a dos características de la planta: por un lado, el acceso a la abundante energía renovable suministrada por Hydro-Québec y, por otra, la proximidad con el mercado de la movilidad con hidrógeno del noroeste del continente.

Susan Ellerbusch, Directora General de Air Liquide Norteamérica y miembro del Comité Ejecutivo, declaró: «La lucha contra el cambio climático se encuentra en el núcleo de la estrategia del grupo Air Liquide. La inauguración de la planta de Bécancour (Canadá) marca una etapa importante en la puesta en marcha de esta estrategia. Con esta primicia mundial, Air Liquide confirma su compromiso a favor de la producción de hidrógeno bajo en carbono a escala industrial y su capacidad para desplegar desde ahora las soluciones tecnológicas correspondientes. El hidrógeno jugará un papel esencial en la transición energética y en el surgimiento de una sociedad baja en carbono.»

Uso en hornos de inducción e instalaciones de endurecimiento

VIGILANCIA DE AISLAMIENTO EN INSTALACIONES CON BAJOS NIVELES DE AISLAMIENTO

Los hornos de inducción son equipos que se utilizan para calentar y fundir metales mediante un calentamiento inductivo, en el que la energía se transmite a través de una bobina recorrido por una corriente. El calentamiento se realiza mediante la inducción de una corriente de Foucault en un conductor metálico, es decir, la pieza a calentar.



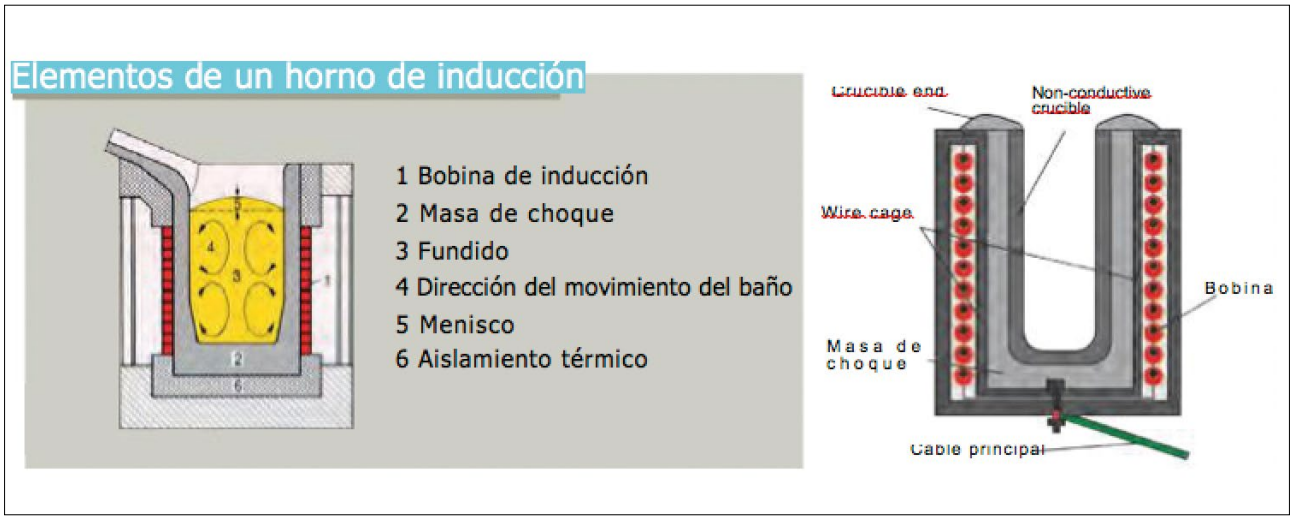
Calentamiento inductivo del tubo mediante una bobina.

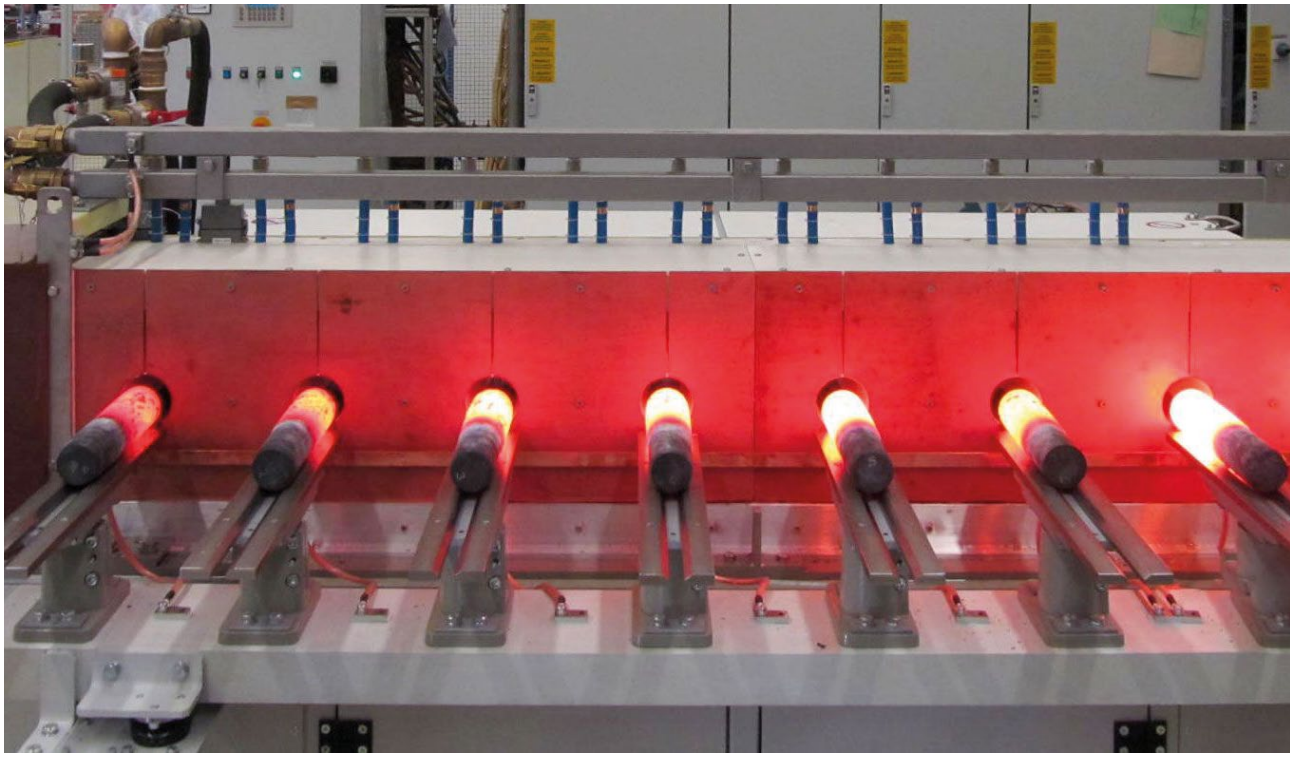
Principios de los hornos de inducción

Puesto que la energía se induce directamente en la pieza, estos hornos son más eficientes que otros métodos de calentamiento, a pesar de las pérdidas de las fuentes de alimentación que suelen precisar de inversores o convertidores de frecuencia.

El calor se genera solamente en la pieza y no resulta necesario transferirlo por conducción térmica, radiación térmica o convección, como ocurre con otros métodos. Las instalaciones de endurecimiento funcionan de la misma manera, ya que la pieza se introduce en la bobina y se calienta en consecuencia.

El corazón del horno de inducción o del equipo de endurecimiento es la bobina de inducción, también conocido como el inductor. Los inductores están disponibles en multitud de diseños y se suelen fabricar y adaptar especialmente a los hornos o a las piezas. Suelen estar refrigerados por agua, ya que incluso en instalaciones pequeñas pueden darse altas corrientes reactivas (P > 5 kW). La corriente alterna fluye a través de los inductores creando un campo magnético alterno, especialmente en su interior. El material a calentar o a fundir forma una especie de segunda bobina en cortocircuito, en la que se induce un campo electromagnético que da lugar a corrientes parásitas.





Sistema de calentamiento inductivo (600 kW) para secciones de barra (producto final: tornillo M72).

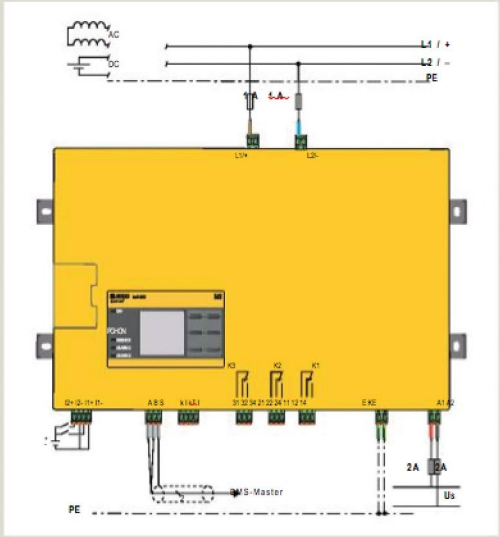
Esta corriente es la que hace que el material se caliente. Por tanto, el calor se genera en el material en lugar de entrar en él desde la superficie.

El efecto de la refrigeración por agua junto con el hecho de que el inductor esté incrustado en el mortero o el hormigón en los hornos de inducción da lugar, por lo general, a una resistencia de aislamiento muy baja que oscila entre varios ohmios (Ω) y varios kilo-ohmios (kΩ). Las tensiones de servicio se aplican desde un rango de baja tensión de <1,000 V hasta un rango de alta tensión del orden de varios kilovoltios. Las fuentes de alimentación proceden generalmente de sistemas aislados IT (sistemas aislados de tierra), lo que permite alcanzar niveles de disponibilidad muy elevados para los hornos de inducción y los equipos de endurecimiento. Esto es importante porque cualquier fallo inesperado debido a un corte en el suministro eléctrico, no sólo supone una interrupción de la producción, sino que también puede dañar la instalación. En cualquier caso, el resultado será unos elevados costes.

Los requisitos normativos hacen que los sistemas IT también sea monitorizada a resistencia de aislamiento a tierra. Sin embargo, una baja resistencia de aislamiento, significa que en estas aplicaciones no se puede mantener un valor de aislamiento de 100 Ohm/Volt de la tensión nominal, como se recomienda, por ejemplo, en la nor-

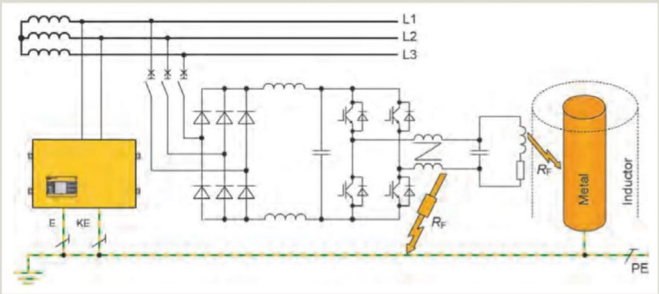
Aplicación técnica

Inductor con unidad de expulsión para secciones de barra.



Conexión del iso1685DB a un sistema IT

Diseño eléctrico básico



ma DIN VDE 0100-530. En este caso, la seguridad del equipo es una prioridad. Sin embargo, si un líquido fundido entra en contacto con el tubo lleno de agua y conductor de tensión y corriente del inductor, esto no sólo es extremadamente peligroso para la instalación, sino también para la vida y las extremidades de las personas cercanas. El peligro potencial es que el tubo inductor funda y que el agua que fluye en él se evapore. El vapor generado puede producir una explosión grave.

Por lo tanto, es muy importante tener una supervisión fiable del aislamiento, que sea capaz de medir bajos valores de aislamiento con tensiones de funcionamiento relativamente altas. Dado que el inductor suele ser alimentado por inversores o convertidores de frecuencia, un dispositivo de control de aislamiento no debe verse afectado negativamente por los fallos de tensión continua. Otro problema es que normalmente se alimentan varios inductores desde una sola fuente de alimentación y los niveles básicos de aislamiento se reducen en función del número de inductores.

Vigilante de aislamiento ISOMETER® type iso1685DP.

Para estas aplicaciones se han desarrollado los equipos de vigilancia de aislamiento iso1685DP, isoLR1685DP y isoHV1685D. Esto permite medir valores de aislamiento de 20 Ω a 100 Ω en instalaciones de hasta AC/DC 690 V y valores de aislamiento de 200 kΩ a 1,000 Ω en instalaciones de hasta AC 0-2,000 V/DC 0-3,000 V. Así los usuarios pueden detectar el deterioro del aislamiento en una fase temprana, mediante dos valores de alarma con sendos contactos conmutados y al interfaz BMS/Modbus. De este modo, se pueden evitar accidentes y situaciones de peligro.

Por BENDER.

SUBCONTRATACIÓN CELEBRA EN 2021 SU VIGÉSIMA EDICIÓN COMO FORO DE NEGOCIO PARA PYMES Y PROVEEDORES

Subcontratación celebra este año su vigésima edición, trabajando estrechamente con las pequeñas y medianas empresas como un espacio donde hacer negocio. Se trata de un apoyo a las pymes que se ha mantenido firme durante los últimos 40 años y que en esta edición vivirá el reencuentro del sector del 26 al 28 de octubre en el marco de la celebración de +Industry.

Lo cierto es que a lo largo de este tiempo, Subcontratación se ha destacado como la única feria de procesos y equipos para la fabricación del Estado dedicada a las pymes subcontratistas y, además, como foro de referencia en el marco de la fabricación avanzada. Un año más, las Cámaras de Comercio y las principales Asociaciones Sectoriales han mantenido su apuesta por el trabajo conjunto para la organización de este evento.

En esta edición se combinará, de nuevo, el apartado expositivo con los encuentros B2B de gran formato, el XIX Encuentro Europeo de la Subcontratación, que está organizado por la Cámara de Comercio de Barcelona, CámaraBilbao y Bilbao Exhibition Centre, en colaboración con la Red de Bolsas de Subcontratación de España. En este marco se realizaron en 2019 más de un millar de entrevistas con compradores, en los que se establecieron relaciones y se formalizaron acuerdos comerciales.

En el área expositiva de Subcontratación 2021 compartirán espacio empresas dedicadas a procesos de fabricación como la fundición, la mecanización de piezas y los moldes, entre otros, además de tratamientos y recubrimientos superficiales y prototipado. Con ello, estarán representados desde los procesos más esenciales hasta las tecnologías más avanzadas, así como los procesos completos de fabricación.

El valor añadido de este encuentro es que se celebra en el marco de +Industry, una de las grandes citas industriales de Bilbao Exhibition Centre. Se trata de siete ferias coincidentes en tiempo y espacio en los pabellones de BEC: la citada Subcontratación, además de Industry Tools by Ferroforma, Addit3D, Pumps & Valves, Maintenance y BeDigital. Esta coincidencia hace de +Industry el mayor punto de encuentro del país dedicado al Smart Manufacturing.

ACCESORIOS PARA LOS EQUIPOS DE INSPECCIÓN MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Los consumibles en los ensayos no destructivos se convierten en imprescindibles, para obtener buenos resultados en las inspecciones de control de calidad.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de accesorios de ensayos no destructivos?
Cuando hablamos de los ensayos no destructivos siempre nos referimos a equipos y sensores. Estos suelen ser los elementos más importantes y al mismo tiempo más costosos. Sin embargo, existen otros elementos más sencillos y económicos de cuyo correcto funcionamiento depende la transmisión de una buena señal, que nos evite errores en las mediciones de dichos equipos de ensayos no destructivos.

Estamos hablando de los cables, geles acoplantes, medidores o patrones. Estos accesorios, aparatos o simplemente consumibles sirven para transmitir la información, para tener una adecuada lectura o para verificar que cada sistema e instalación funcione correctamente.

A continuación vamos a ver las particularidades de cada uno:

● **Cables**:
Como nos explica Javier Garro, responsable técnico de FD NDT: "cuando un equipo de ultrasonidos o de corrientes inducidas no detecta un defecto conocido, lo primero que pensamos es que el propio equipo generador de la señal o la sonda está roto y, a veces, es algo tan simple como el fallo de un elemento inerte, en este caso el cable, que puede generar una mala lectura o la pérdida total de la señal".

Muchos de los equipos de ensayos no destructivos disponen de cable o cables para poder conectar el generador / receptor de señal con las sondas que realizan las inspecciones. Estos suelen tener cierto movimiento y es fácil que se puedan deteriorar bien por la fatiga generada por un movimiento repetitivo o por el contacto con un elemento fijo.

Existen cables específicos con conectores especiales para cada aplicación, pero también hay cables estándar de diferentes marcas que son compatibles con la mayoría de equipos.

Entre estos últimos podemos encontrar los cables utilizados en los equipos portátiles de ultrasonidos. Habitualmente se suelen utilizar dos tipos de conectores en los equipos y otros dos en los palpadores.

En FD NDT disponemos de una amplia gama de cables con diferentes tipos de conectores (Lemo 0, Lemo 00, BNC, Microdot, ...) y configuraciones a precios competitivos. También podemos asesorarte en el funcionamiento de tus equipos, en como optimizarlos y en la buena elección de tus accesorios y consumibles.

● **Acoplantes para equipos de inspección por ultrasonidos**:
Si nos focalizamos en los equipos de inspección por ultrasonidos, uno de los problemas que puede surgir es la falta de acoplante entre la sonda y la pieza a inspeccionar. Un mal acoplamiento puede generar problemas: desde una reducción de la intensidad de la señal, hasta la pérdida completa de esta.

Para evitar tener este tipo de problemas, se debe utilizar un acoplante adecuado para cada aplicación. Hay gente que utiliza diferentes tipos de acoplantes, como puede ser el agua, colas u otros elementos, pero la mejor opción siempre serán los geles acomplantes de ultrasonidos.

Estos geles son una especie de pasta con una viscosidad adecuada, que evita que haya burbujas de aire entre la pieza y el palpador. Estas pastas disponen de unos agentes químicos inocuos para las personas, pero que -entre otras cosas- evita la oxidación de los materiales en los que se aplican estos acoplantes y se pueden utilizar en superficies a altas temperaturas (<250 ºC).

● **Medidores de intensidad de luz**:
Para realizar las pruebas mediante ensayos de líquidos penetrantes y partículas magnéticas, se exigen unas condiciones lumínicas específicas según la normativa. En el caso que estas condiciones no se cumplan, no se puede garantizar la correcta ejecución del ensayo.

Estos ensayos no se realizan siempre con luz blanca o luz del sol, sino que también se pueden realizar con luz ultravioleta o luz negra. Para medir la intensidad de estas luces existen diferentes tipos de equipos, que nos darán el valor en el momento de la realización del ensayo y podremos saber si cumplimos con las especificaciones de la normativa.

● **Medidores de intensidad de campo magnético**:
En los ensayos de partículas magnéticas se debe saber la magnetización de las piezas en todas las orientaciones y en los diferentes puntos de las piezas, para saber si se cumplen o no las especificaciones de la normativa o del cliente.

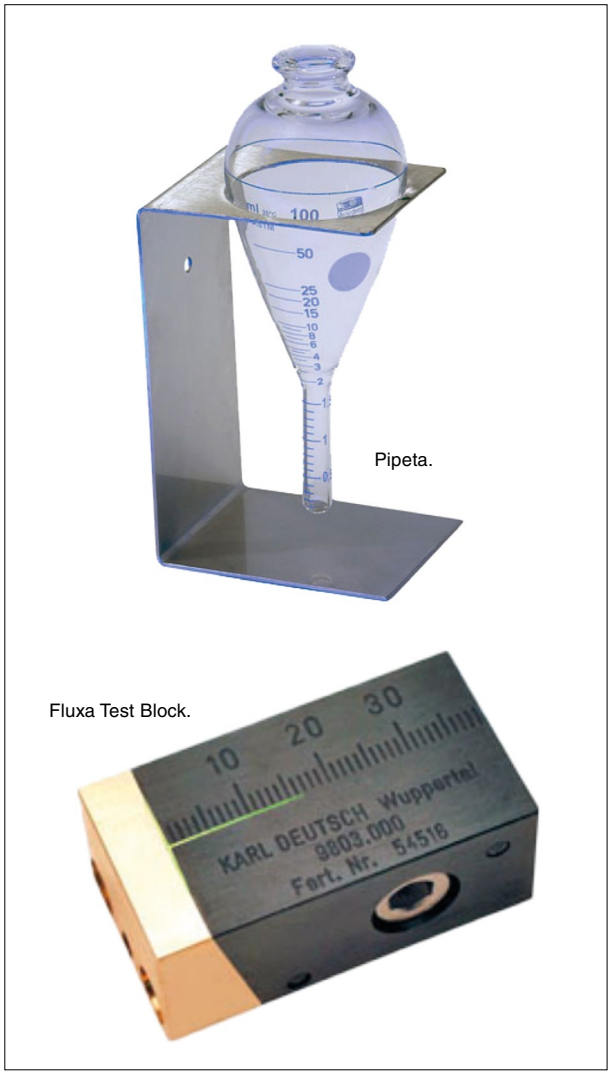
Además, es muy importante conocer el magnetismo residual que tienen las piezas al finalizar la inspección. Hay piezas que debido a procesos productivos posteriores pueden dejar las piezas magnetizadas, pero en otras ocasiones las piezas tienen que ser desmagnetizadas por debajo de unos valores establecidos. Para saber el estado de las piezas, existen varios dispositivos, los más habituales son los relojes de campo magnéticos.

Para evitar tener una redundancia de equipos en nuestras instalaciones, lo ideal es disponer de un equipo que se pueda utilizar para medir ambos magnetismos, pero habitualmente los rangos de medida suelen ser dispares. FD NDT dispone del Deutrometer 3873 capaz de medir intensidades de campo durante la magnetización de las piezas y medir el campo magnético residual tras la desmagnetización de esta.

● **Medidores de concentración de partículas magnéticas**:
La calidad de las partículas magnéticas también es un punto importante a la hora de realizar un ensayo, ya que una concentración baja de partículas puede generar que no tengamos una buena visualización de los defectos. Por otro lado, un exceso de concentración también puede ocasionar este problema, ya que, al haber muchas partículas, no se verán las indicaciones.

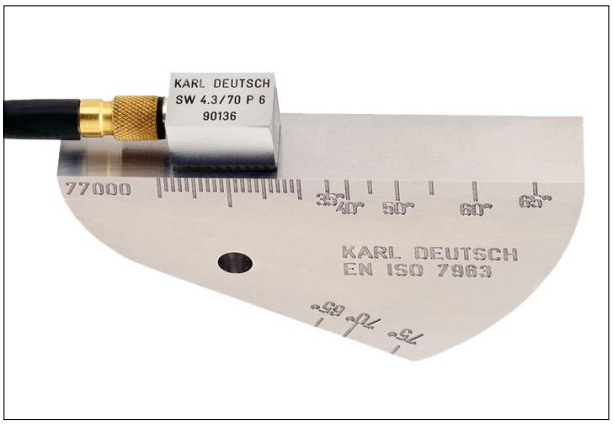
Existen dos dispositivos para medir la concentración. La primera opción, estipulada por el código ASTM, consiste en una pipeta en la que se introduce una cantidad fija de la mezcla y se deja decantar las partículas magnéticas.

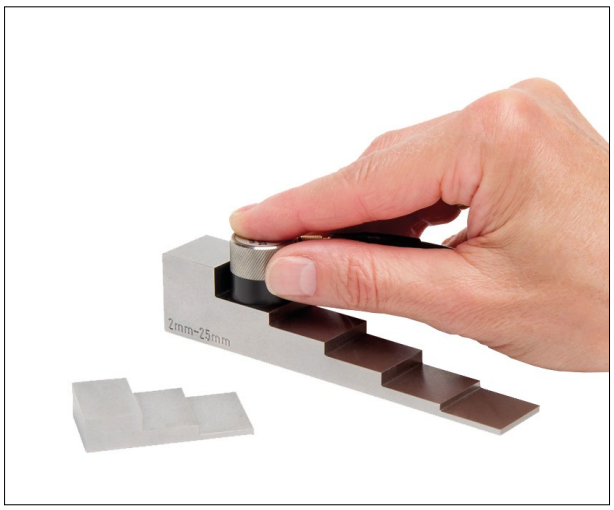
La segunda opción es el Fluxa Test Block, un dispositivo que se introduce en la mezcla y da una indicación. Si esa indicación está por debajo de un umbral marcado para cada aplicación, indicará que la concentración de partículas es insuficiente. Las ventajas que tiene este dispositivo es que en cuestión de segundos se tienen los resultados y el dispositivo solamente atrae las partículas magnéticas disponibles en la mezcla.



● **Bloques patrón o bloques de calibración**: A parte de las calibraciones periódicas que deben realizarse en los equipos de forma anual o según lo establecido en las normas correspondientes, los equipos hay que comprobarlos de forma diaria o en periodos de tiempo inferiores, para comprobar que no hay problemas en el sistema.

Para este trabajo se utilizan diferentes tipos de bloques, los cuales tendrán que cumplir unas especificaciones determinadas para cada uso. Los bloques patrón más conocidos pueden ser los utilizados en Ultrasonidos conocidos como V1 y V2.





Estos tienen unas dimensiones definidas por diferentes normas y en los que se realizan mediciones periódicas, para comprobar el estado de los palpadores.

Otro bloque de calibración utilizado en ultrasonidos son las escaleras de espesores. Estos son muy utilizados para los medidores de esperores.

En cuanto a las partículas magnéticas, se suelen utilizar unos bloques de calibración para saber si el producto utilizado tiene la suficiente sensibilidad para detectar defectos de diferentes dimensiones.

Colabora:

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN ETA AZPIEGITURA SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURAS

Organiza:

BILBAO EXHIBITION CENTRE

www.subcontratacionbilbao.com

EXPOSSIBLE

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.

4 VOLÚMENES

VOLÚMEN 4 — 35 €

VOLÚMEN 3 — 40 €

VOLÚMEN 2 — 40 €

VOLÚMEN 1 — 30 €

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

ABB SE ADJUDICA UN CONTRATO PARA SUMINISTRAR UN SISTEMA ELÉCTRICO Y DE AUTOMATIZACIÓN COMPLETO PARA LA INDUSTRIA DEL COBRE EN EL NORTE DE CHINA

El avanzado sistema controlará todos los aspectos del nuevo laminador en frío de tipo 20-HI con diseño de 4 columnas, que tiene la compañía china para producir bandas y láminas de cobre de alta precisión.

Northern Copper Industry Co., Ltd (NCI) —que forma parte del mayor productor de cobre como materia prima del norte de China— ha seleccionado a ABB para que le suministre e instale un sistema eléctrico y de automatización completo para su nuevo laminador en frío, cuya puesta en marcha está programada para 2021.

El paquete, se basa en el sistema de control distribuido (DCS) ABB Ability™ System 800xA con un controlador maestro AC 800PEC de alto rendimiento, integra la solución de control de laminado en frío Roll@xA Optimize de ABB Metals y el sistema de Gestión de producción colaborativa para metales (CPM4Metals) de ABB para el proceso de producción de cobre.

Cuando esté terminado, el laminador se convertirá en una línea de producción de alto rendimiento y de primera clase, que producirá 50.000 toneladas al año de bandas y láminas de cobre laminado. Al tratarse de un material de nuevo tipo producido con tecnología de vanguardia, los productos tendrán un amplio uso en los sectores aeroespacial, de las comunicaciones 5G, de las nuevas energías, la fabricación inteligente y otros campos de aplicación de alta tecnología.

La solución Roll@xA Optimize de ABB incorpora funciones de control avanzadas para medir espesores y aleaciones, garantizando que los productos laminados, incluido un bronce de aleación duro que contiene elementos de estaño, cumplan

con los rigurosos requisitos. También garantiza una estricta sincronización entre la superficie del rodillo y la lámina de la banda de cobre, para eliminar los arañazos superficiales causados por una rotación desincronizada de los rodillos de flexión, y permite al cliente satisfacer requisitos concretos en materia de calidad de las superficies. Esto se logra mediante una variedad de funciones de control de accionamiento patentadas que incluyen compensación de fricción estática, adaptación online de parámetros del controlador, compensación dinámica de la aceleración y desaceleración de los rodillos de flexión.

«El proyecto del laminador de alta precisión 20-HI forma parte de una importante visión estratégica de Northern Copper Industry para construir una empresa de cobre centenaria», declaró Zhenhua Zhang, jefe de ABB Metals para el norte de Asia y China. «Aportaremos la experiencia demostrada de ABB Metals para garantizar que la nueva fábrica cumpla las expectativas de producir bandas y láminas de cobre de gran precisión y calidad».

«Hemos forjado fuertes lazos con nuestros homólogos de NCI, demostrando competencia técnica y una calidad de producto estable. Este sistema eléctrico y de automatización brindará una base para el crecimiento y desarrollo en distintos campos de aplicación de materiales de alta tecnología».

También se instalará el último modelo ACS880 de sistema de accionamiento de ABB, un motor de fundición de alta presión con ingeniería AXR, un motor AMI modular de alta tensión, el sistema de tensiómetro Millmate de ABB con instrumentación dedicada y sensores e instrumentos de medición.

La calidad de los productos planos laminados en frío es un factor decisivo para la industria metalúrgica. El sistema eléctrico y control de proceso de ABB, diseñado para laminadores en frío, ofrece soluciones avanzadas para la supervisión y el análisis de la calidad a fin de satisfacer las necesidades del acero laminado en frío en cuanto a tolerancias de espesores, planitud y características de la superficie.

Northern Copper Industry Co., Ltd., con sede en Yuncheng (China), fue fundada en 2002 y opera en el sector minero, del procesamiento de minerales y de la fundición de cobre. Los principales productos son existencias de cobre como materia prima producido mediante electrólisis catódica, ácido sulfúrico, etc. Tiene una capacidad de producción anual de 9 millones de toneladas extraídas de minas, 200.000 toneladas de cobre electrolítico y 570.000 toneladas de ácido sulfúrico. Con su empresa matriz ZhongTiaoShan Non-ferrous Metals Group Co., es el mayor productor de existencias de cobre para materia prima del norte de China.

ABB es un socio fiable y un proveedor líder en la industria del metal, que ofrece una amplia variedad de productos, servicios y soluciones integrales para mejorar la productividad, la calidad, la seguridad y la rentabilidad en los procesos de producción de hierro, acero, aluminio y otros metales. Con más de un siglo de experiencia, la oferta de ABB está hábilmente adaptada y es específica de cada proceso, sirviendo a toda la industria desde el almacén de materiales y la fabricación primaria hasta la fundición, el laminado y las líneas de producción.

PROGRAMA - PROGRAMME

V Fórum Técnico de Tratamiento Térmico

25 marzo 2021

Sesiones online: 10AM-12AM
3PM-4:30PM

Apertura del Fórum Técnico – *Technical Forum opening*

José Javier González. Secretario General, INSTITUTO DE FUNDICIÓN TABIRA
Garikoitz Artola. I+D de Procesos Metalúrgicos. Resp. Área de Conformado, AZTERLAN BRTA

Sesiones de mañana y tarde *- Morning and afternoon sessions*

Ponencia inaugural: tendencias y situación del sector de tratamiento térmico

Opening Keynote: trends and situation in the heat treatment industry
A3TS Association de Traitement Thermique et de Traitement de Surface

Tendencias en el tratamiento térmico de fundición de hierro de alto rendimiento

Trends in the heat treatment of high performance cast irons
Arron Rimmer. Manager, ADI TREATMENTS

Claves del empleo de gases en las tecnologías de tratamiento térmico

Gas use keys in heat treatment technologies
Jorge Visús. Combustion & Heat Treatings Market Manager, NIPPON GASES

Experiencias y oportunidades de investigación y desarrollo en tecnologías de tratamiento térmico

Experiences and opportunities for R&D in heat treatment technologies
Itziar Berriozabalgoitia. I+D de Procesos Metalúrgicos. Área de Conformado, AZTERLAN BRTA

Inducción 4.0. Transformando el tratamiento térmico

4.0 Induction. Transforming heat treatment
Sergio Forner. Application Engineer, GH INDUCTION

Tecnología laser para temple y revenido

Laser technology for quenching and tempering
Carlos Soriano. Advanced manufacturing technologies, TEKNIKER BRTA

Industria 4.0 para nuevos desarrollos y soluciones innovadoras en hornos de tratamiento térmico

New Industry 4.0 developments and innovative solutions for heat treatment furnaces
Alain Campo / Ricardo Herran. Engineering Manager, GHI HORNOS INDUSTRIALES

Virtualización predictiva del tratamiento térmico en el sector de la fundición. Más allá de la simulación de llenado y solidificación

Predictive virtualization of heat treatment in Foundry. Beyond filling and solidification simulation
Igor Pérez. Virtual Manufacturing Engineer, Análisis y Simulación AyS

La tecnología PVD: de la solución de problemas al incremento de la productividad

PVD technology: from problem solving to the increase of productivity
Ibon Azkona. Director de I+D, METALESTALKI

Curvas CCT: ventajas e inconvenientes de su obtención experimental

CCT curves: advantages and drawbacks of its experimental obtention
Garikoitz Artola. I+D de Procesos Metalúrgicos. Área de Conformado, AZTERLAN BRTA

V FÓRUM TÉCNICO DE TRATAMIENTO TÉRMICO 2021

TECHNICAL FORUM ON HEAT TREATMENT

25 de marzo

March 25th 2021

EVENTO ONLINE

Sesiones de mañana y tarde

tabira Instituto de Fundición

WFO

AZTERLAN MEMBER OF BASQUE RESEARCH & TECHNOLOGY ALLIANCE

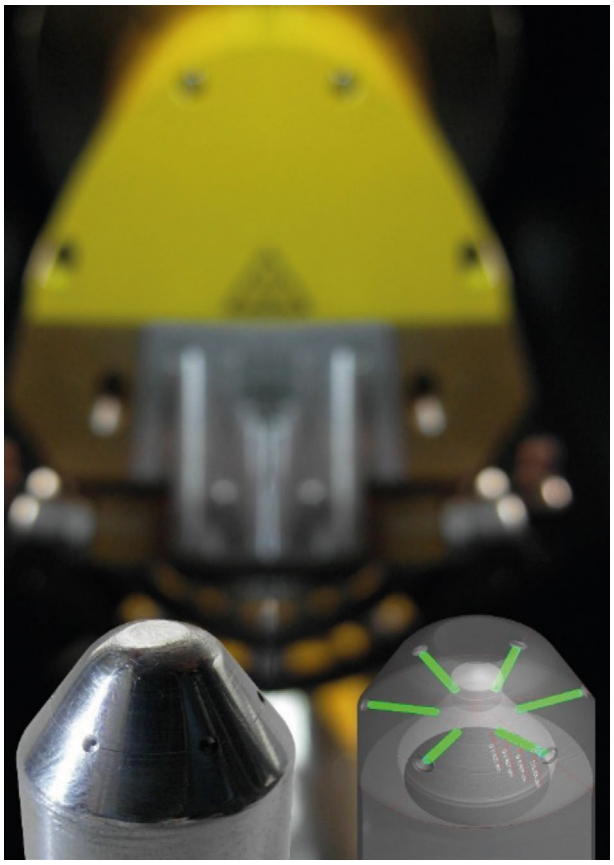
TRATER Press

Idiomas oficiales del evento: castellano e inglés

Solicitud de información del evento: info@iftabira.org

LA TC PARA MEDICIONES DE PRECISIÓN DIMENSIONAL YA ESTÁ EN PRODUCCIÓN

En los últimos años, la tomografía computarizada industrial se ha desarrollado en términos de velocidad, grado de automatización y precisión. Gracias a su capacidad para visualizar y analizar las estructuras internas de los objetos de forma no destructiva, en alta resolución y en tres dimensiones, además de para los análisis de errores clásicos, es cada vez más interesante como tecnología de medición 3D precisa para investigación, desarrollo y producción.



Tiempos de escaneo y evaluación significativamente más cortos, medición y calibración automatizadas, así como una precisión de medición considerablemente mayor y reproducible. En los últimos años, la tomografía computarizada industrial ha logrado avances notables. Como resultado, esta tecnología que ya hace tiempo que se había establecido en los laboratorios de investigación y calidad, ahora también ha alcanzado el nivel de la producción. Los datos de volumen generados ya no se utilizan solo para las pruebas no destructivas clásicas (es decir, para la búsqueda de defectos como grietas o poros), sino que también se emplean con más frecuencia para la medición y la reproducción de piezas y herramientas complejas. Con las máquinas de medición por TC, las geometrías internas, las cavidades y las muescas se pueden registrar rápida y fácilmente. En cambio, a menudo las máquinas de medición de coordenadas ópticas o táctiles solo proporcionan un resultado, causando destrucción o con costosos dispositivos de registro individuales y una gran inversión de tiempo.

Además de las industrias de moldeo por inyección de plástico y fundición de metales, las industrias aeroespacial y automotriz, así como la tecnología médica, son pioneras en el uso de la TC como instrumento de medición. Los componentes típicos incluyen, por ejemplo, conectores, conjuntos de múltiples materiales, boquillas de inyección, álabes de turbinas o implantes. El uso cada vez mayor de métodos de fabricación aditiva también está dando lugar a componentes con geometrías internas complejas que eran inaccesibles con otros métodos de medición. La TC se puede utilizar para optimizar y acortar los procesos de desarrollo e inspección inicial, así como para acelerar la producción y llevar a cabo controles de calidad y optimización de procesos durante la producción.

Registro de geometría completo y alta densidad de información

Gracias a la posibilidad de capturar la geometría completa de una muestra de forma tridimensional y con alta densidad de información, así como todas las funciones de prueba en una sola tomografía computarizada para, por ejemplo, crear cualquier sección virtual, la tecnología de la TC abre nuevas posibilidades de análisis y permite ahorrar tiempo al efectuar monitorizaciones de calidad. Por ejemplo, un análisis de porosidad automático (imagen de abajo) puede mostrar el tamaño de las

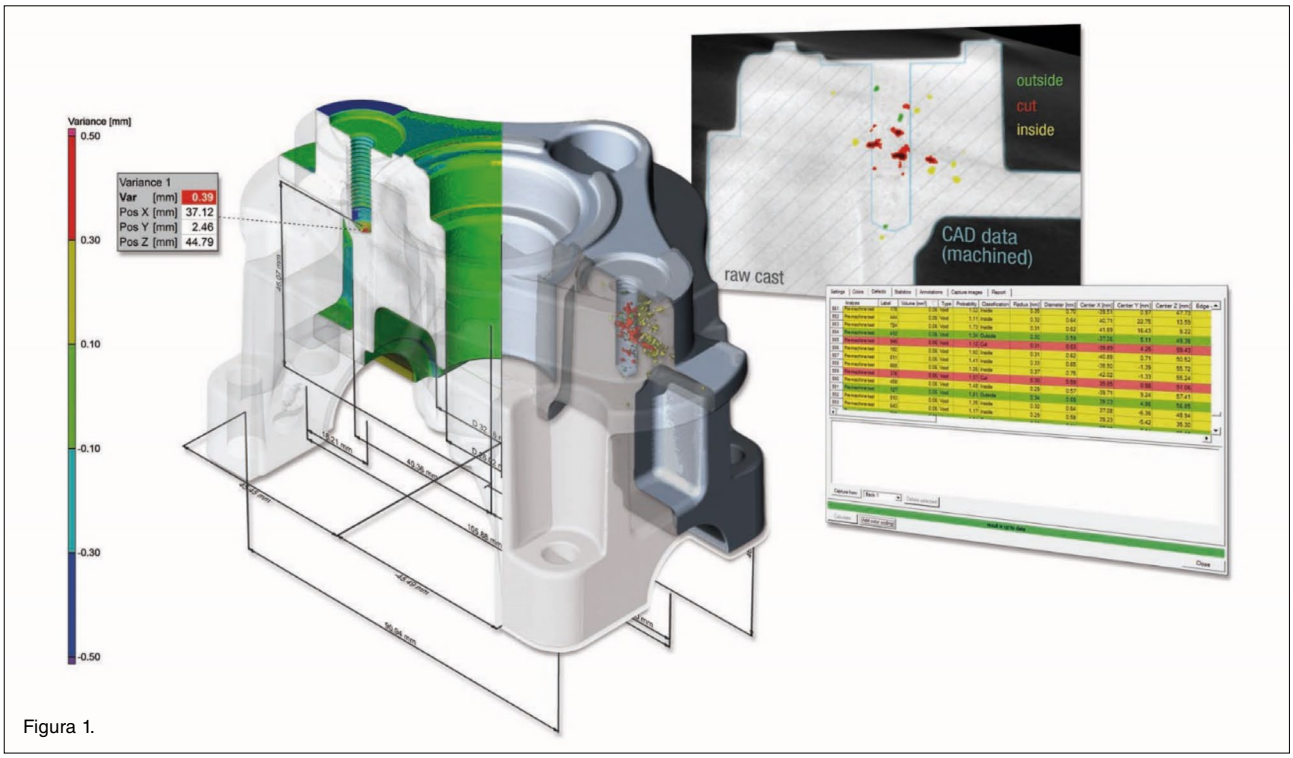


Figura 1.

inclusiones tabulares o de color en un componente. De esta manera, se pueden sacar conclusiones sobre la calidad del proceso de moldeo por inyección o sobre la estabilidad de la pieza de trabajo.

La figura 1 ilustra otros usos posibles de la TC, como el dimensionamiento clásico de geometrías estándar y espacios abiertos, incluidas todas las tolerancias de forma y posición conocidas. Con una comparación objetivo/real, no solo se pueden representar completamente en una escala de colores fácil de interpretar las desviaciones geométricas de una muestra. En este caso, la comparación con los datos CAD de la pieza de trabajo también muestra que los grupos de poros más grandes detectados se encuentran en áreas que se eliminarán en el transcurso del mecanizado posterior.

Cómo se convierte un sistema de TC en un instrumento de medición 3D

Antes de que un tomógrafo se pueda utilizar para tareas de medición de precisión, se requieren mediciones por parte del fabricante. De esta manera, se puede lograr y mantener la precisión de medición especificada, que está en el rango de unos pocos micrómetros. Para evitar que las fluctuaciones de temperatura influyan en la medición, el sistema se lleva a una temperatura definida en una cámara climática durante varios días. Solo entonces comienza la medición de los componentes del sistema central, como el detector de área, el manipulador y el tubo de rayos X.

En los sistemas de TC, la medición física real consiste en registrar una serie de imágenes de proyección de rayos X en 2D. Para ello, el objeto de prueba se coloca en un sistema de manipulación muy preciso y, durante la medición, se gira 360° con la ayuda de un eje giratorio de precisión. Las imágenes de proyección 2D se registran en pasos angulares, típicamente de < 0,5 º. La calidad de los datos sin procesar la determinan, sobre todo, la nitidez de las imágenes de rayos X, que depende en gran medida de la calidad de la fuente de rayos X y el detector, así como la precisión y estabilidad de la geometría del sistema. (Figura 2).

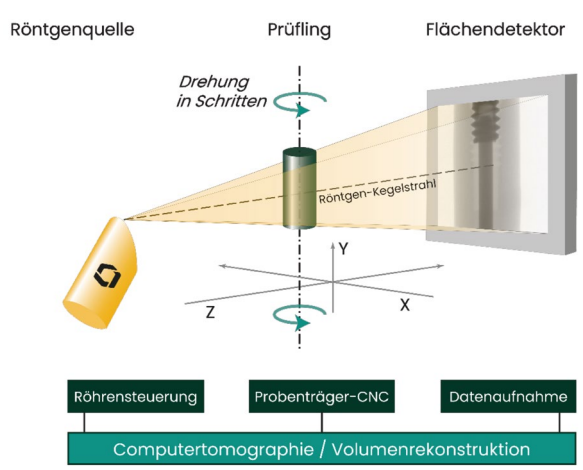


Figura 2.

El conjunto de datos de volumen del cuerpo de prueba se genera a partir de los datos sin procesar, con la ayuda de una reconstrucción numérica de la retroproyección filtrada. Para un resultado de medición óptimo, el algoritmo de reconstrucción debe tener en cuenta las mediciones geométricas de los componentes del sistema previamente determinadas por el fabricante, así como los efectos físicos que se producen, p. ej. considerar y corregir el llamado endurecimiento del haz o la expansión térmica.

Después de leer los datos de la superficie del cuerpo de prueba extraídos del conjunto de datos de volumen en el software de evaluación 3D, se pueden llevar a cabo los siguientes pasos de la medición. Éstos incluyen, entre otros, una comparación objetivo/real entre los datos de superficie y el modelo CAD con análisis de varianza y mediciones del espesor de la pared o mediciones con la ayuda de la adaptación de geometrías estándar o espacios abiertos.

Cadena de proceso mejorada para una precisión constante según VDI2630

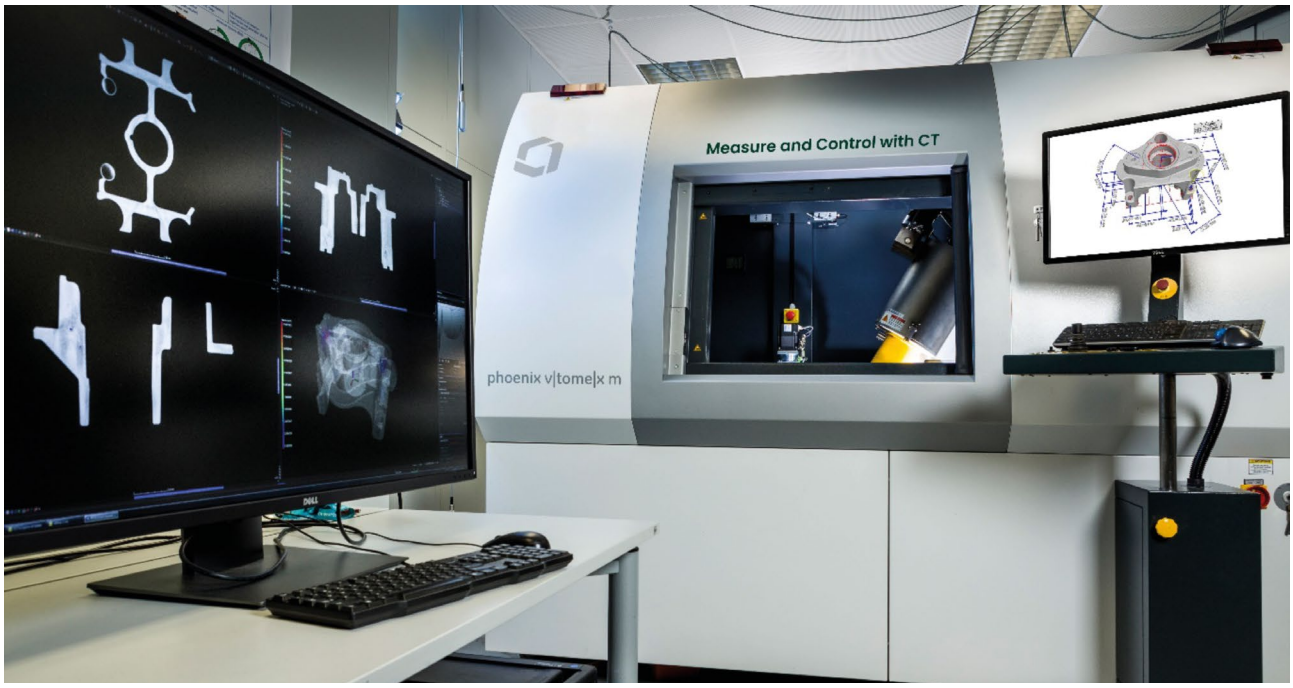
Hasta hace unos años, apenas existía la posibilidad de comparar la precisión de los sistemas de TC de alta resolución individuales entre sí. Hace una década, cuando se publicó la norma VDI 2630, por fin se definió una norma industrial vinculante que obliga a que todos los fabricantes determinen la incertidumbre de medición y, por lo tanto, la idoneidad del proceso de prueba de los sistemas de TC.

Las incertidumbres de medición se obtienen de la cadena de proceso descrita anteriormente para la medición 3D con sistemas TC. La calidad de los datos sin procesar (datos de proyección de TC) determina enormemente la precisión de todas las evaluaciones posteriores. Además de una estructura de sistema estable optimizada para la aplicación respectiva, la combinación correcta de herramientas de hardware y software para minimizar las desviaciones geométricas, es la clave para llevar a cabo mediciones de precisión exitosas con la tomografía computarizada.

Durante mucho tiempo, la laboriosa medición y la calibración regular del sistema por parte del cliente, necesarias para usar la TC como instrumento de medición de alta precisión correctamente, se consideró un obstáculo para su adquisición, especialmente en el entorno relacionado con la producción. En este aspecto, algunos dispositivos de TC también han evolucionado mucho en términos de manejo y esfuerzo.

Máximo rendimiento y fiabilidad para la tecnología de medición de TC: V|tome|x M

A continuación, el ejemplo del escáner Phoenix V|tome|x M300 de Waygate Technologies (anteriormente GE Inspection Technologies) muestra cómo el avance tecnológico de los sistemas de TC industriales asegura que logren constantemente la precisión requerida, con escaneos rápidos y alto rendimiento de muestras al mismo tiempo. El



potente sistema de TC de microenfoque de 300 kV se desarrolló para la tecnología de medición 3D y el análisis de errores, y reúne una gran cantidad de innovaciones de TC patentadas para llevar a cabo mediciones de precisión reproducibles en un tiempo comparativamente corto.

El Phoenix V|tome|x M está equipado de serie con un detector de rayos X de 4 MP altamente dinámico patentado de última generación. Con un tamaño de píxel de 200 µm, el detector ofrece una sensibilidad 10 veces mayor que los detectores DXR convencionales. Una aceleración de los ciclos de escaneo de 2 a 3 veces, manteniendo la misma calidad de imagen, hace que las inspecciones y mediciones sean más eficientes y productivas.

La propia tecnología Scatter|Correct de la empresa, por ejemplo, elimina automáticamente los artefactos de radiación dispersos y con un escaneo de pocos minutos logra una calidad de imagen significativamente mayor, especialmente con muestras altamente absorbentes, que de otro modo solo se lograría con una tomografía de línea significativamente más lenta en aproximadamente una hora.

Waygate Technologies, que cuenta con líneas de productos de rayos X, como Seifert y Phoenix|x-ray, así como con 125 años de experiencia en el desarrollo de sistemas de rayos X 2D y de TC 3D, es el líder mundial del mercado de aplicaciones industriales de TC. La empresa es conocida por la excelente calidad de sus datos de imagen y volumen, así como por la fluida integración de sus hardware y software patentados, como detectores, generadores y tubos de rayos X con software avanzado de escaneo, calibración y corrección. La amplia variedad de sistemas de TC cubre diferentes requisitos según el tamaño y el peso de las muestras, su transparencia o el nivel de reconocimiento de detalles requerido.

Soluciones fáciles de usar para escaneos totalmente automatizados

El software Datos|x, desarrollado por Waygate Technologies, contiene todas las funciones de control y procesamiento necesarias para verificar y calibrar el sistema de tomografía, registrar datos de proyección, realizar una reconstrucción rápida y optimizada de volúmenes, generar datos de superficie geométricamente correctos del objeto escaneado y llevar a cabo mediciones con paquetes de software adecuados. Todo es muy intuitivo y está totalmente automatizado con solo pulsar un botón. Estas funciones básicas se pueden complementar con soluciones de automatización a medida para cambiar muestras y filtros.

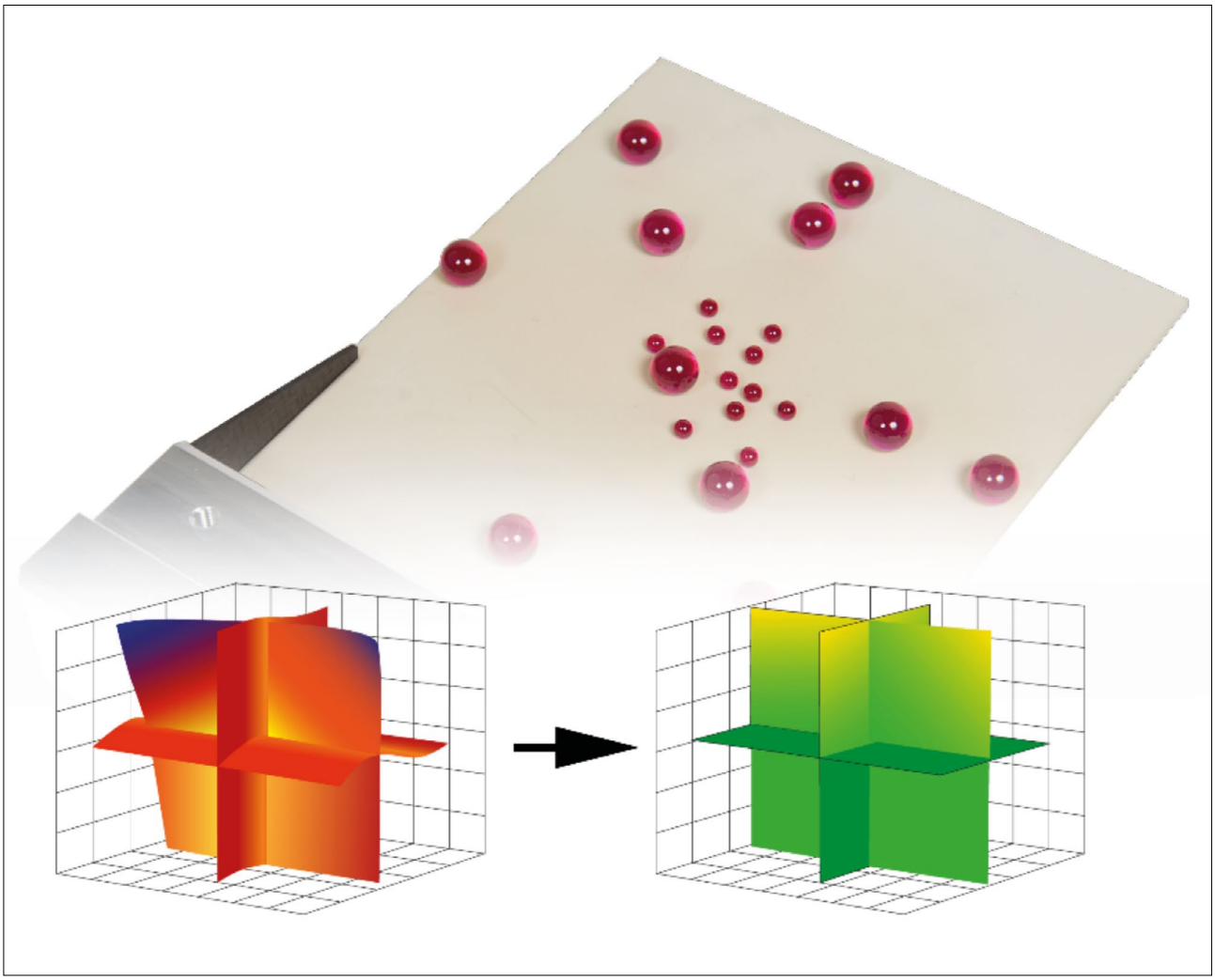
La tecnología patentada para reducir artefactos Scatter|correct minimiza la cantidad de radiación dispersa para cada vóxel. De esta forma, el método aumenta el rendimiento de la inspección y la precisión de las aplicaciones, especialmente cuando se escanean muestras difíciles de penetrar con un número atómico relativamente alto, p. ej., metales. En muchas aplicaciones, esto permite utilizar escáneres TC de 300 kV para tareas de inspección que normalmente requerirían una inversión en equipos TC de alta energía de 450 kV más costosos o detectores de línea significativamente más lentos.

Medición rápida y sencilla

Al igual que con cualquier otra tecnología de medición, para garantizar la precisión especificada del sistema general es esencial llevar a cabo mediciones regulares. Con Ruby|plate, Waygate Technologies ha desarrollado un cuerpo de calibración extremadamente preciso y eficaz para determinar la posición exacta del punto focal y, por lo tanto, la geometría correcta del sistema. (Figura 3).

Ruby|plate es un objeto de prueba calibrado en un laboratorio de calibración certificado con una precisión de entre 0,5 y 0,7 micrómetros. El sistema lo tomografía y lo mide automáticamente con dos distancias al detector definidas. Al hacer una comparación con los valores objetivo calibrados, cualquier desviación en la escala se puede reconocer y corregir de forma totalmente automática. La tecnología de posición True|position, única en el mundo, extiende la precisión especificada a todas las posiciones de medición que se pueden verificar con Ruby|plate.

Gracias a las últimas optimizaciones de software y hardware, el tiempo de medición del Phoenix V|tome|x M se ha reducido drásticamente, pasando de los 40 minutos originales a tan solo 8-15 minutos (dependiendo de la configuración). El propio operador puede realizar y registrar esta medición rápida en cualquier momento con solo unos pocos clics. Asimismo, con la ayuda del cuerpo de prueba Ruby|plate, se puede llevar a cabo una validación completa y completamente automática para la supervisión del equipo de medición de acuerdo con VDI 2630.



TC: una alternativa real para la medición de precisión

Gracias al alto grado de automatización de las rutinas de calibración y validación, ahora los operadores de sistemas de TC necesitan mucho menos tiempo y conocimientos especializados para poder medir de forma reproducible. Con una precisión de medición de hasta (3,8+L/100) µm (desviación del punto central de la bola de acuerdo con VDI 2630 hoja 1.3), Phoenix V|tome|x M cumple hasta los requisitos de precisión más exigentes. Sin embargo, en la práctica de medición diaria es aún más importante que, gracias a Ruby|plate y True|position, Waygate Technologies es el primer proveedor capaz de lograr una precisión de medición destacable (5,5+L/50) µm en todas las demás posiciones del volumen de medición. Si se utiliza una calibración automatizada adicional, la precisión puede ser incluso de (3,8+L/100) µm. Además de esta extraordinaria precisión, los tiempos de exploración significativamente más cortos y las opciones de evaluación ampliadas, significan que la tecnología TC es ahora una alternativa real para las mediciones de precisión en el entorno de producción. (Figura 4).

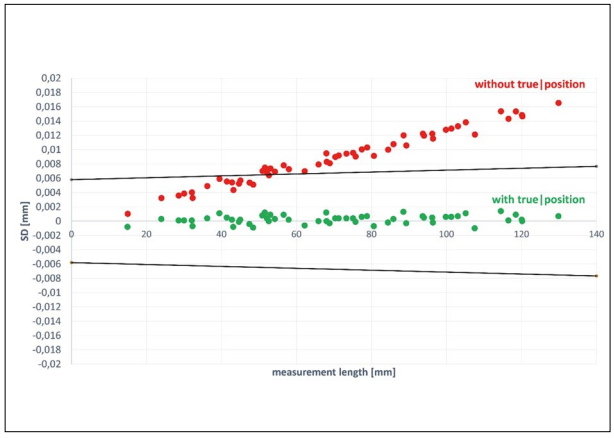


Figura 4.

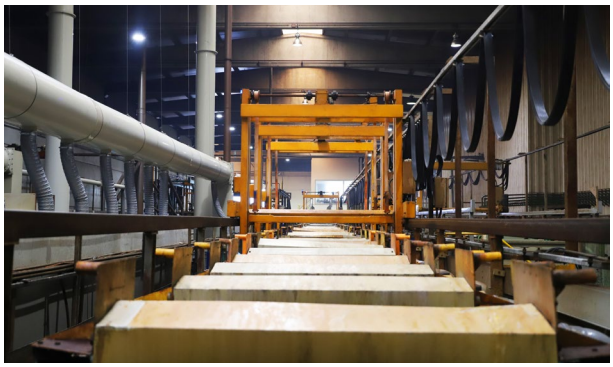
Florian Knigge
Director técnico de CT y metrología

RETSACOAT

Fundada en 2001, RETSACOAT está especializada en la aplicación de tratamientos térmicos y de superficie. La inversión continua en equipos nuevos, personal cualificado y la creación de alianzas estratégicas con diferentes proveedores, permite ofrecer a los clientes una gama muy amplia en toda la Península Ibérica en tratamientos de superficie. Destacamos Geomet® 321/500; Plus®; Geoblack®; Geokote®; Zintek®; Techseal®; Magni®; Electropulido de Acero inoxidable; Níquel; Estaño; Fosfato; Zinc; Zinc Níquel; diversos pasivados y sellados.

Sus principales mercados son la industria del automóvil y energías renovables. Actúa también ampliamente en otros sectores, destacando las industrias de herrajes, fundición, metalmecánica, iluminación, naval, telecomunicaciones y aeronáutica.

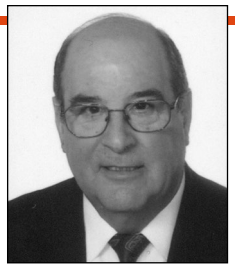
Todos los procesos y tratamientos que aplican son controlados en su laboratorio. La incorporación continua de equipos les dota de la posibilidad de confirmar todos los requisitos exigidos por las normas de tratamiento y por los clientes. Realizan internamente los más diversos ensayos, donde destacan las mediciones de espesor, niebla salina y coeficiente de fricción.



Desde el inicio, el respeto al Medio Ambiente ha sido siempre su gran preocupación. Todos sus efluentes líquidos y gaseosos son tratados y reutilizan el agua. Actualmente generan una parte importante de la energía que se consume y están certificados con la ISO 14001.

Saben que el plazo de entrega es fundamental para sus clientes; el tratamiento de superficie es casi siempre la etapa final del proceso. Trabajan 24 horas al día, lo cual les permite afrontar urgencias inesperadas. Están preparados para incluir el embalaje en su servicio y también disponen de equipo para hacer una selección al 100%.

Febrero 2021



Algunas consideraciones sobre los aceros de construcción mecánica destinados a la industria automovilística

D. Manuel Antonio Martínez Baena
Ingeniero metalúrgico

ACEROS PARA LA FABRICACIÓN DE VÁLVULAS (PARTE XI)

Introducción

El aumento de la capacidad y potencia de los motores de combustión interna para automóviles, así como el desarrollo de nuevas mezclas en los combustibles que consumen, ha ocasionado que sus correspondientes válvulas, de admisión y de escape, presenten condiciones de servicio muy severas, particularmente las válvulas de escape, que llegan a alcanzar en algunos casos temperaturas de hasta más de 800 ºC.

Generalmente los aceros que se utilizan para la fabricación de estas últimas válvulas son de alta aleación. Inoxidables de composición especial, que podríamos diferenciarlos en martensíticos y austeníticos, así como otras aleaciones inoxidables de elevada resistencia a la corrosión y alguna superaleación con alto contenido en níquel.

Para las válvulas de admisión, por ser las condiciones de trabajo menos severas, se utilizan aleaciones de menor aleación. Normalmente son aceros con la misma composición química de los clásicos aceros aleados de construcción bonificables, aunque se tiende hoy día a un contenido en carbono ligeramente superior: carbono entre el 0,45 por 100 y 0,55 por 100 [C = (0,45 ÷ 0,55%)]; **tabla 11.I.**

Aceros utilizados en la fabricación de válvulas de admisión						
Designación simbólica	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %
4Si-2Cr	0,40	0,30	4,00	2,25	–	–
4Si-2 CrNiMo	0,40	0,30	4,00	2,25	1,50	0,89
X45 Si Cr4	0,45	0,40	4,00	–	–	–

Tabla 11.I- Composición química media, de los aceros para válvulas de admisión.

Pero la mayoría de fabricantes utilizan, ante la posibilidad de confundir ambos tipos de válvulas, en las de admisión el mismo acero de mayor calidad; es decir, el que se destina para las válvulas de escape; **tabla 11. II.**

Aceros utilizados en la fabricación de válvulas de escape							
Grupo	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	N_2 %
Martensítico	0,45	0,50	3.-	9.-	≤ 0,,5	–	–
Austenítico $_1$	0,70	12,4	2,,25	10.-	–	1,-	–
Austenítico $_2$	0.55	9.-	0,20	21.-	3,80	–	0,35

Tabla 11.II- Composición química media, de los aceros para válvulas de escape martensíticos templables y austeníticos endurecibles por disolución y precipitación de sus carburos.

Atendiendo exclusivamente al tipo de aleaciones especiales inoxidables, para válvulas de escape, se puede determinar tres grupos de aceros: todos ellos con alto y medio carbono en su composición química, como veremos más adelante. Dichas aleaciones son templables, por lo que su estructura, después del temple, es martensítica; obviamente son aceros martensíticos. En las aleaciones austeníticas del grupo uno (1), buena parte de ellas pueden endurecerse por disolución y precipitación de sus carburos: **p.ej; *aceros de fase sigma.*** Las aleaciones del grupo dos (2), todos los aceros que lo componen se endurecen, igualmente, por disolución y precipitación de sus carburos.

Las válvulas han de asegurar la estanqueidad de la cámara de combustión, ante la acción de las presiones de la explosión que se produce a una temperatura que pueden llegar, en casos extremos, hasta los 800 ºC, según la función del tipo de válvula; **figura 11.1.** Siendo los ciclos, que en los

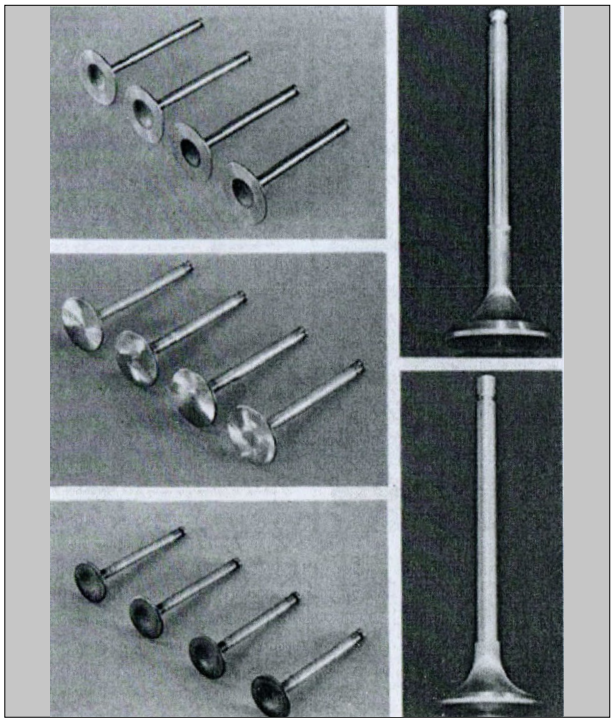


Figura 11.1.- Válvulas de admisión y de escape. Distinta calidad de aceros y de formato.

motores muy revolucionados, del orden de 1/75 de segundo. Se comprende, por tanto, que las válvulas han de ser fabricadas con aceros y/o aleaciones especiales: de características muy exigentes y de gran interés, por otra parte, para el metalurgista.

Como es sabido, el desarrollo espectacular de la industria automovilística en todo el mundo industrializado, exige una gran demanda de estos aceros especiales; ya que los motores actuales hayan experimentado un incremento importante en su potencia, temperatura de trabajo, rendimiento, etc., lo que ha motivado cambios notables en la composición química de los aceros y de otras aleaciones específicas para válvulas.

Por todo lo que hasta aquí hemos indicado, el resto del capítulo se centrará en los aspectos metalúrgicos de la utilización de estas válvulas, prescindiendo de otros aspectos muy importantes como son: el diseño de las válvulas y la fabricación del acero.

9.2. Características que se han de exigir a los aceros para válvulas que se utilizan en la actualidad

La experiencia señala que una buena calidad de acero para válvulas tiene que poseer un conjunto de características, siendo las principales las siguientes:

■ ***Estabilidad dimensional.*** Esto significa que dentro de los amplios límites de temperatura, el acero con que se fabrica la válvula no ha de sufrir transformación alotrópica alguna, para que no haya cambios de volumen ni accidentes en el buen funcionamiento de las válvulas.

■ ***Características mecánicas y físicas en caliente*** *–resistencia al frotamiento, dilatación reducida y conductibilidad térmica elevada–.*

A las altas temperaturas producidas por los gases de combustión; temperaturas que varían entre 650 y 900 ºC. La cabeza de la válvula se ve sometida a importantes esfuerzos, choques y vibraciones; por lo tanto es necesario que resista estas tensiones para mantener en su asiento libre de deformación alguna. Una buena transmisión del calor permitirá su evacuación a través del vástago y, con ello, una refrigeración adecuada de la cabeza de la correspondiente válvula.

La figura 11.2 muestra la distribución de las temperaturas en los aceros martensíticos y en los aceros austeníticos. En estos últimos las temperaturas alcanzadas son más elevadas que en los aceros martensíticos, debido a su menor conductibilidad.

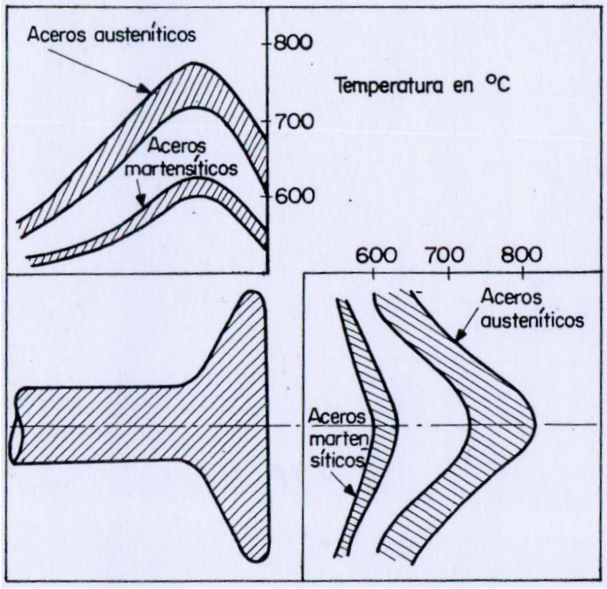


Figura 11.2.- Distribución de las temperaturas superficiales en las válvulas de escape.

■ ***Dureza, después del tratamiento térmico.*** Es muy importante que los aceros para vávulas, tanto las de admisión como las de escape, admitan un tratamiento térmico para adquirir una suficiente dureza en servicio y así resistir el intenso desgaste que se produce, especialmente por el contacto habido entre el extremo de la válvula y el eje de levas.

■ ***Resistencia a la corrosión.*** Por el mismo motivo del trabajo que realizan las válvulas de escape, en contacto con los gases de combustión, se comprende igualmente la exigencia de la resistencia a la corrosión del acero, correspondiente al aumento de las temperaturas en servicio, que pueden alcanzar los 900 ºC. Pero, asimismo, esta exigencia es necesaria por el aumente que puede sufrir, la válvula en servicio, a dicha temperatura.

■ ***Templabilidad.*** En los aceros tratables térmicamente es muy importante su templabilidad para que la válvula, una vez efectuado el tratamiento térmico, alcance durezas como mínimo de 35 Rockwell C (HRc ≥ 35) en toda la sección. Dureza necesaria para resistir el golpeteo y/o el recalcado del extremo de la válvula en servicio.

■ ***Forjabilidad en caliente.***- Finalmente se necesita que el material *–acero–* sea fácilmente forjable, que admita deformalidad en caliente, para la conformación de la válvula. Asimismo ha tener buena y aceptable maquinabilidad así, como en algunos casos una buena soldabilidad, compatible con el material utilizado en la construcción de la guía. En la práctica, la realidad es que cada parte de la válvula presenta exigencias distintas en las características antes señaladas.

Resumiendo: podemos caracterizar ya los aceros, que en la actualidad más se utilizan en la fabricación de válvulas para motores de combustión interna. Hay que recordar, cómo con el desarrollo de la industria automovilística, se ha ido desplazando, lentamente, a los aceros de escasa aleación en beneficio de los de más alta aleación. Y así hoy día los que preferentemente se utilizan son:

1.- Aceros de construcción al carbono (**C**) y de baja aleación, para válvulas de admisión, templadas y revenidas a una resistencia de 830 a 1300 MPa.

2.- Aceros inoxidables martensíticos, para válvulas de admisión muy solicitadas y, también, de escape. Hay algunos que a estos últimos les llaman aceros inoxidables ferríticos; ya que en su composición química presentan porcentajes (%) elevados de cromo (**Cr**) y de silicio (**Si**), elementos alfágenos.

3.- Aceros inoxidables austenoferríticos de fase sigma. Endurecen por disolución y precipitación de sus carburos; se utilizan en válvulas de escape.

4.- Aceros especiales austeníticos; se utilizan en válvulas de escape muy solicitadas técnicamente. Aceros que no admiten temple.

5.- Aceros especiales inoxidables austeníticos. Endurecen por disolución y precipitación de sus carburos; y adquieren su dureza mediante el revenido de envejecimiento y/o de precipitación a unos 750 ºC.

6.- Aunque, propiamente, no podemos considerarles como aceros; incluimos en este grupo las superaleaciones conocidas con las denominaciones **Nimonic** e **Iconel.**

Refiriéndonos a los aceros inoxidables martensíticos, señalamos que sus limitaciones se deben, entre otros motivos, a pérdida de resistencia en caliente cuando se sobrepasa, en servicio, los 650 ºC. Tiene otra desventaja añadida, y es que su resistencia a la corrosión por óxido de plomo es muy deficiente.

Los aceros inoxidables austeníticos, al contrario, presentan importantes ventajas en su utilización en motores que trabajan a muy alta temperatura. Aceros que al no sufrir cambio de fase, no crean problemas de estabilidad dimensional, al mismo tiempo que su resistencia a la corrosión por óxido de plomo es muy superior que la de los otros aceros del grupo inoxidable. La desventaja del acero austenítico es que no admite temple; motivo por el que no alcanza la dureza precisa para una suficiente resistencia al desgaste: problemas de rozamiento.

Los aceros de fase sigma presentan un gran equilibrio de propiedades. Su resistencia a la corrosión del óxido de plomo sólo es ligeramente inferior al de los aceros austeníticos; pero en cambio se puede endurecer has los 40 Rockwell (HRc ≤ 40). Tiene la desventaja de su baja resistencia a la fluencia cuando la temperatura sobrepasa los 600 ºC; **figura 11,3.**

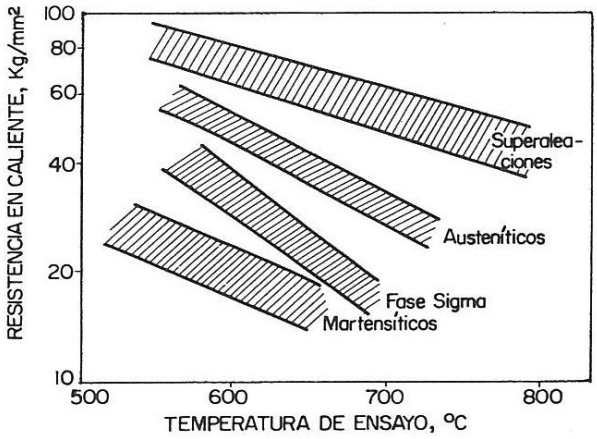


Figura 11.3,- Zona de resistencia a la rotura en caliente de los distintos aceros y superaleaciones para válvulas. Ensayo 100 horas.

En la norma ISO [International Organization for Standardization], los aceros para válvulas propuestos son los que se reflejan en la **tabla 11.III.**

Por último, no hay que olvidar que a las válvulas fabricadas en todas las calidades de aceros, ya enumerados, se pueden mejorar muchas de sus propiedades aplicando recubrimientos especiales en las áreas más solicitadas en servicio, como son el borde de la cabeza, el extremo del vástago, la superficie del vástago en contacto con la guía, así como la parte de la cabeza de la válvula que contacta con la cámara de combustión.

9.3. Aceros más usuales en la fabricación de válvulas de escape.

Nos referimos a los aceros inoxidables martensíticos y austeníticos antes mencionados.

1.- Aceros Martensíticos

a) Acero 9% Cr y 2,5% Si.

Este acero es uno de los más clásicos y más utilizados en la fabricación en este tipo de válvulas. Tiene una buena resistencia a la oxidación y suficiente resistencia al desgaste en caliente, Pero esta resistencia a la oxidación, lograda por el cromo (**Cr**) y el silicio (Si), no es suficiente frente a los gases de combustión que contienen plomo (**Pb**); tienen, también, la desventaja de su relativamente baja resiliencia, inferior a 5 kg/cm².

Acero	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Cr	% N	% Ni	Otros elementos
V1	0,40-0,50	2,75-3,75	≤ 0,80	≤ 0,040	≤ 0,030	7,5-9,5	—	—	
VF1	0,35-0,45	1,8-3,0	≤ 0,80	≤ 0,040	≤ 0,030	9,5-11,5	—	—	*Nb* 0,70-1,30
VG3	0,30-0,90	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 0,040	≤ 0,030	16,5-18,5	—	—	*Mo* 2,0-2,7; *V* 0,30-0,60
V2	0,75-0,85	1,75-2,60	≤ 0,80	≤ 0,040	≤ 0,030	19,0-21,0	—	1,0-1,70	—
V3	0,35-0,40	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 0,045	≤ 0,030	12,0-15,0	—	12,0-15,0	*W* 2,0-3,0
V4	0,40-0,50	2,0-3,0	0,80-1,5	≤ 0,045	≤ 0,030	17,0-20,0	—	8,0-10,0	*W* 0,80-1,20
V5	0,48-0,58	≤ 0,25	8,0-10,0	≤ 0,050	≤ 0,025	20,0-23,0	0,38-0,55	3,25-4,5	—
V6	0,48-0,58	≤ 0,25	8,0-10,0	≤ 0,050	0,035-0,090	20,0-23,0	0,38-0,55	3,25-4,5	—
V7	0,48-0,58	≤ 0,45	8,0-10,0	≤ 0,050	≤ 0,035	20,0-23,0	0,38-0,55	3,25-4,5	*Nb* 2,0-4,5
V8	0,48 0,58	≤ 0,45	8,0-10,0	≤ 0,050	0,035-0,090	20,0-23,0	0,33-0,65	3,25-4,5	*Nb* 2,0-3,0
VII	≤ 0,10	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 0,045	≤ 0,030	18,0-21,0	—	Resto	*Al* 0,50-1,80; *Co* ≤ 2,0 *Fe* ≤ 3,0; *Ti* 1,3-2,70
XIII	0,08-0,16	1,0-2,0	1,0-2,0	≤ 0,045	≤ 0,030	20,0-22,5	0,10-0,20	19,0-21,0	*Co* 18,5-21,5 *Mo* 2,5-3,5 *Nb* 0,75-1,25 *W* 2,0-3,0

Tabla 11.III.- Aceros paras válvulas propuestos por ISO.

El tratamiento térmico convencional incluye un temple a 1.050 ºC y un revenido a 800 ºC, con lo cual se obtiene una resistencia aproximada de 1.100 MPa [dureza = 35HRc]. El extremo del vástago de la válvula se suele templar a la llama, para evitar el desgaste, a la misma temperatura de 1.050 ºC, con enfriamiento en agua; en la **tabla 11.IV** se reúnen las características mecánicas de este acero.

Temperátura de ensayo °C	R kg/mm²	E kg/mm²	A %	ε %	ρ kgm/cm²
20	100	80	12	42	4
500	50	40	18	50	—
600	28	21	22	62	—
700	15	11	28	75	—
800	8	5	32	82	—

Tabla 11.IV.- Características mecánicas medias, del acero 9% Cr y 2,5% Si. Temple a 1.050 °C en aceite y revenido alto a 800 °C 15 horas.

Esta calidad de acero admite bien el recalcado, durante la conformación en caliente de la válvula, pero es importante que la estructura del material sea sorbítica. Cuando se obtiene por recocido una masa matricial de tipo globular, mejora su maquinado, pero el acero no fluye especialmente en la operación de recalcado: produciéndose, entonces, grietas, **figura 11.4.**

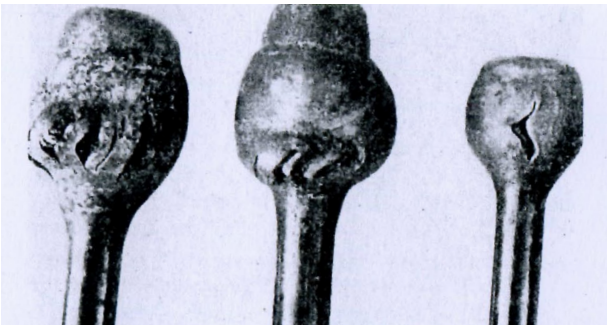


Figura 11.4.- Grietas de recalcado en acero 9% Cr y 3% Si. Estructura incorrecta.

b) Acero 20% Cr y 2 % Si.

Acero que por su más alta resistencia en caliente y mejor comportamiento a la corrosión que el anterior acero [**9%Cr; 3%Si**], tiene también una buena aceptación; especialmente en motores de gran potencia y una mayor compresión.

La experiencia ha demostrado que el silicio (**Si**) en altas concentraciones en el acero, reduce la resistencia a la corrosión del óxido de plomo; por tal motivo en este tipo de aceros se tiende a bajar su porcentaje de silicio (**Si** = 0,25%) y aumentar el contenido de cromo (**Cr** > 20%).

Para evitar en la masa matricial la presencia de ferrita delta, como consecuencia de su alto contenido de cromo (**Cr**), se incrementa el contenido de carbono (**C** = 0,80 %) y a su composición química se la añade níquel (**Ni** = 1,50 %). Con esta modificada composición se consigue alcanzar por temple a 950 ºC y un revenido a 750 ºC, se obtiene una muy buena resistencia a la tracción de hasta 1.900 MPa, que le confiere al material una excelente resistencia al desgaste en caliente; bajando, eso sí, su resiliencia sensiblemente. Es, por tanto, es un acero más frágil, que el acero anteriormente descrito [**9% Cr-2% Si**]. Sus características mecánicas en caliente se presentan en la **tabla 11.V.**

Temperatura de ensayo °C	R kg/mm²	E kg/mm²	A %	ε %	ρ kgm/cm²
20	110	95	14	37	2
500	50	38	18	43	—
600	28	21	26	64	—
700	11	8	30	72	—
800	6	4	35	80	—

Tabla 11.V.- Características mecánicas medias, del acero 20 % Cr y 2.- % Si. Temple a 1.050 °C en aceite y revenido alto a 750 °C 15 horas.

c) Aceros de fase sigma

La ***fase sigma,*** compuesto intermetálico, amagnético, de hierro (**Fe**) y cromo (**Cr**), se presenta en la masa matricial de los aceros altos en cromo cuando se mantienen, un tiempo muy prolongado, a alta temperatura, Su efecto en el acero es de alta dureza y de excelente resistencia en caliente. Tales propiedades se utilizan en las válvulas a pesar de la cierta fragilidad que la fase sigma provoca, creando a veces, dificultad en su hechurado en caliente [recalcado en el extremo del vástago]; ver **figura 11.3.** Pero como antes se ha mencionado, los aceros al cromo (Cr) de fase sigma tienen una mayor resistencia a la corrosión por óxido de plomo que el resto de martensíticos; ver **tabla 11.VI.**

Tipo	Acero	g/cm²/h
Martensítico	9 *Cr*-2,5 *Si* 20 *Cr*-2 *Si*	58 51
Fase Sigma	XCR	45
Austenítico	20-9-3	31
Endurecimiento por precipitación	21-4 N	19

Tabla 11.VI.- Pérdidas por oxidación con óxido de Pb en distintas calidades de aceros para válvulas de escape.

Los aceros de fase sigma adquieren su dureza y resistencia mediante un tratamiento térmico de solubilización y precipitación de sus carburos. Se calientan a una tempera entre 1.050 y 1.100 ºC, suficiente para disolver los carburos. Finalizado el tratamiento de temple [*hipertemple*] se le efectúa el tratamiento de precipitación, a una temperatura de 750 ºC durante 15 horas. La dureza aproximada que se obtiene es de 40/45 HRc.

2.- Aceros austeníticos

La resistencia a la fluencia y fatiga en caliente de los aceros martensíticos dejaron en su día de ser suficientes. Por ello los metalurgistas basaron su investigación en los aceros inoxidables austeníticos, partiendo de la composición química del clásico acero 18-8. Modificándola hasta que alcanzaron mayor resistencia en caliente; eso sí, a costa de una menor ductilidad:

a) Aceros austeníticos al Cr-Ni

Hay dos calidades principales, aunque en su formulario existan diversas composiciones químicas similares:

1.- Aceros de composición base 14% Cr y 14 % Ni

Con contenidos variables de volframio [**W** = 1,5 ÷ 3%]- Aunque su presencia en las tablas es muy normal, y sus características mecánicas en caliente sean bastante aceptables; prácticamente no tiene utilización, porque su contenido de cromo (**Cr**) es relativamente bajo y carece, por tanto, de una buena resistencia a la corrosión.

2.- Aceros austeníticos al Cr-Ni-Si

Tiene en su composición química un alto cromo (**Cr** ≤ 20 %) a lo que también, se le ha añadido silicio (**Si** ≤ 3%) y carbono (**C**≤ 0,40 %). Acero este que se suele utilizar en motores potentes de automóviles de turismo. En la **tabla 11.VII** figuran las características mecánicas de estas calidades de acero a distintas temperaturas.

Temperatura de ensayo °C	*R* kg/mm²	*E* kg/mm²	*A* %	ε %
20	110	75	23	26
700	45	30	28	32
800	32	24	28	40
900	18	15	48	65

Tabla 11.VII.- Características mecánicas del acero 21/4N a diferentes temperaturas de ensayo.

2.1 Aceros austeníticos endurecibles por precipitación

Acero desarrollado en su día por la empresa ARMCO, y es mundialmente conocido con la denominación **21/4N.** La composición química, media en %, es la siguiente: **C** = 0,45; **Mo** = 9.-; **Si** = 0,25; **Ni** = 4.-; **Cr** = 21.-; **N** = 0,45.

Por sus propiedades superiores al resto de aceros de válvulas de escape hasta ahora reseñados, han compensado los inconvenientes de su difícil, fabricación, forjado y mecanizado; ya que las válvulas de escape en cuestión tienen una vida útil, mayor que las fabricadas con el resto de aceros convencionales antes comentados. Se puede decir que las válvulas duran muchos más kilómetros, en servicio, antes de un nuevo rectificado.

Su tratamiento térmico consiste en un calentamiento de las piezas a una temperatura de 1.050 ºC, tratamiento de solubilización de los carburos, con un posterior enfriamiento en agua [***hipertemple***]. A continuación se realiza el tratamiento de envejecimiento o maduración a una temperatura aproximada de 750 ºC: endurecimiento de precipi-

Temperatura de ensayo °C	Acero 14-14 R en kg/mm²	Acero 20-9-3 R en kg/mm²
20	80	90
500	62	60
600	55	50
700	40	40
800	25	25

Tabla 11.VIII.- Características mecánicas medias, de los aceros inoxidables austeníticos [acero 14/14N y acero 20-9-3] a diferentes temperaturas de ensayo.

tación de los carburos disueltos en el hipertemple. Con ello se alcanzan las mejores características de fluencia en caliente y una dureza comprendida entre 35 y 40 HRc; **tabla 11.VII.**

No hay que olvidar el acero **21-12N** en el que a su composición química clásica [21% de **Cr**; 12% de **Ni**] se le añade el nitrógeno (**N**) para que pueda endurecerse, igualmente, mediante el tratamiento térmico de solubilización + precipitación.

Ocurre lo mismo con otro acero de este grupo [20% Cr; 9 % Ni; 3% **N**] al que se le ha añadido el 0,30% de nitrógeno (**N**) para que endurezca y así aumenten las propiedades de ambos aceros a distintas temperaturas; **tabla 11.VIII .** Tratamiento térmico de solubilización + precipitación, que se realiza a las mismas temperaturas de los dos aceros descritos en este último apartado.

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

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

FABRICAMOS:

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

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

***Disponemos de laboratorio propio para el control de calidad de la limpieza.**

CUBAS

CABINAS

TÚNELES

ROTATIVAS

Bautermic S.A.
Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408
www.bautermic.com
comercial@bautermic.com

GRUPO PIROVAL

Hornos, secaderos e incineradores industriales

Horno gas para tratamientos térmicos a 1.200º

Horno eléctrico para tratamiento de metales y productos en general a 300º

Horno eléctrico para tratamientos varios hasta 1.280º

www.hornosysecaderos.com grupopiroval@grupopiroval.com
961 668 836

HEA
SINCE 1945

HORNOS INDUSTRIALES
www.alferieff • hea@hornoshea.com
Tel: 916396911 • MADRID

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 VACIO 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
CODERE SA
Fabricante de hornos industriales para el tratamiento térmico
Utillaje forming
ECONOX SA
- Sonda de oxigeno.
- Regulador de atmósfera.
- Supervisión de taller.
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
hdv@tecnopiro.com

PROYCOTECME
HORNOS INDUSTRIALES
Especialistas en tratamiento térmico
SOLO
Borel Special Furnaces
HORNOS VERTICALES, TRANSFER Y CONTINUOS
HORNOS Y ESTUFAS
PANELES DE GASES
PANELES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN
CONSUMIBLES Y CALDERERÍA
CONSUMIBLES FUNDICIÓN
Ipsen
Tel: +34 938 467 984
www.proycotecme.com
proycotecme@proycotecme.com

interbil

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

P.I. 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

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.*

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**

ERVIN 100 years

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

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 técnicas 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
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

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

Febrero 2021

ACEMSA	48
ADVANCED FACTORIES	INT. PORTADA
ALJU	48
APLITEC	47
ARROLA	5
B.M.I	47
BAUTERMIC	46
BOREL SWISS	49
BUSCH	49
CRONITE	PORTADA
DEGUISA	47
ENTESIS	47
ERVIN	48
FLEXINOX	47
GRUPO PIROVAL	46
HEA	CONTRAPORTADA
HORNOS DEL VALLÉS	47
HOT	15
INSERTEC	49
INTERBIL	48
IPSEN	49
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS	28 y 29
PECOL	13
PROYCOTECME	47
SOLO SWISS	49
SPECTRO	49
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN	11
TECNYMAT	9
TECRESA	47
TRATER DAY	33
WHEELABRATOR	48

EN EL PRÓXIMO NÚMERO

ABRIL

Hornos de sales. Instalaciones de atmósferas protectoras. Refractarios. Aislantes. Quemadores. Calentadores. Calidad. Laboratorio. Reguladores de temperatura. Cañas pirométricas. Metrología. Tratamiento térmico de metales férreos y no férreos.

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 ELÉCTRICOS DE CONVECCIÓN PARA
TRATAMIENTO DE CARGAS
PESADAS EN ROTACIÓN
HEA
SINCE 1945
HORNOS INDUSTRIALES
www.alferieff.com • hea@hornoshea.com
Teléfono: +34 91 639 69 11