

Federico Martinez Guerrero, Mattsa Furnace Company

Caracterización analítica y simulación CFD para la implementación de un proceso de purga en un horno modular de calentamiento y temple por lotes

El tratamiento térmico es clave en industrias como la automotriz, aeroespacial y de metales, donde se exige un control riguroso de parámetros térmicos y mecánicos. Este trabajo presenta una metodología analítica y de simulación para implementar un proceso de purga con gas inerte en hornos de tratamiento térmico por lotes, mejorando el cumplimiento de requisitos de calidad y seguridad. Se modela, mediante una ecuación diferencial, la relación entre el nitrógeno y el volumen de gas endotérmico residual tras el tratamiento. Con un modelo CAD 3D del horno, propiedades del gas y condiciones de contorno, se aplican simulaciones CFD para analizar el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones. Esto permite optimizar el diseño y proceso de manera ágil y económica, reduciendo la necesidad de prototipos físicos. Finalmente, se implementa el sistema, realizando pruebas físicas con parámetros definidos por el análisis y simulación. Los resultados confirman que la simulación mejora la confiabilidad, calidad y eficiencia energética del proceso.

Analytical Characterization and CFD Simulation for Implementation of a Purging Process in a Modular Batch Quench Furnace

Heat treatment is critical in industries like automotive, aerospace, and metal manufacturing, requiring strict control of thermal and mechanical parameters. This study presents an analytical and simulation-based methodology for implementing an inert gas purging process in a Batch Quench Furnace to meet quality and safety standards. A differential equation models the relationship between nitrogen purging and residual endothermic gas based on heating chamber volume. Using a 3D CAD model of the furnace, along with gas properties and boundary conditions, computational fluid dynamics (CFD) simulations evaluate system behavior under varying conditions. This enables efficient, cost-effective design exploration and reduces reliance on physical prototyping. The required equipment for implementation is defined, and physical trials are conducted using parameters derived from simulations. Measured values of flow, pressure, and gas concentration confirm the effectiveness of the purging process. Results show that numerical simulation improves process reliability, product quality, and energy efficiency in the heat treatment cycle.

Ivan Enrique Campos Silva, Instituto Politécnico Nacional

Eficiencia energética de la borurización en polvo asistida por un campo de corriente directa pulsante: Un enfoque sostenible para el endurecimiento superficial de materiales metálicos

La borurización en materiales metálicos es eficiente contra el desgaste y la corrosión. Por su dureza, estabilidad térmica y química, la capa de boruro ofrece ventajas superiores al nitrurado, carburizado y PVD. La técnica de borurización en caja es relativamente económica y eco-amigable con el medio ambiente. Sin embargo, para obtener espesores de capa de boruro (50–75 μm) para la protección ante el desgaste, se requieren tiempos prolongados y temperaturas altas, incrementando el consumo de energía y costos de producción. La borurización en caja asistida por un campo de corriente directa pulsante permite la reducción del consumo de energía. La técnica emplea un sistema termoeléctrico que genera un campo eléctrico en una mezcla borurante con el material metálico. El tratamiento se ha realizado exitosamente a temperaturas bajas (600°C–750°C) y tiempos de exposición cortos, parámetros sin precedentes en la borurización sólida y alineado con los principios de manufactura sustentable.

Energy efficiency in pulsed-DC powder-pack boriding: A sustainable approach to surface hardening of metallic materials

Boriding is an efficient thermochemical treatment that enhances the wear and corrosion resistance of metallic materials. The resulting boride layer exhibits exceptional hardness and excellent thermal and chemical stability, surpassing nitrided, carburized, and PVD-coated surfaces. However, conventional powder-pack boriding requires long treatment times and high temperatures ($\geq 850\text{ }^\circ\text{C}$) to produce protective boride layers (50–75 μm thick), resulting in high energy consumption and production costs that limit industrial sustainability. Pulsed-DC powder-pack boriding offers a sustainable alternative by significantly reducing both energy use and processing time. This method applies an electric field generated by a power source and polarity-switching device connected to electrodes immersed in a powder mixture together with the metallic specimen. Treatments at lower temperatures (600–750 $^\circ\text{C}$) and shorter durations (up to 1.5 h) have successfully produced boride layers with excellent wear and friction properties—an unprecedented advancement in solid boriding media aligned with sustainable manufacturing.

Sergio Gallegos, Quaker Houghton

Simulación del proceso de temple y revenido del acero SAE 1060 utilizando polímero de polialquilenglicol (PAG) acuoso.

Los fluidos de enfriamiento, como los polímeros, aún se encuentran en fase de investigación y requieren caracterización para mejorar la precisión de los resultados de la simulación. Este trabajo busca contribuir a la optimización del proceso de simulación en la industria del tratamiento térmico. Se obtuvo y analizó la curva de enfriamiento de una solución de polímero de polialquilenglicol (PAG) al 10 % de concentración, con agitación moderada y a una temperatura de 32 °C, según el método ASTM D 6482. El resultado de la curva de enfriamiento se utilizó para calcular el coeficiente de transferencia de calor (HTC), y la gráfica del HTC se empleó como una de las condiciones de contorno para la simulación de la etapa de enfriamiento. Se utilizó el software comercial SIMHEAT® de Transvalor para predecir la dureza en estado de enfriamiento y revenido. Se trató térmicamente una probeta a escala de laboratorio fabricada con acero SAE 1060; la probeta se calentó a 860 °C, se mantuvo a esa temperatura durante 0.5 h y posteriormente se enfrió en la solución de polímero PAG al 10 %, como se mencionó anteriormente; la probeta se seccionó y se revenió a dos temperaturas, 370 y 540 °C durante 2 h. Finalmente, se midió la dureza de las muestras y se comparó con los resultados de la simulación.

Simulation of Quenching and Tempering Process on SAE 1060 Steel Using Aqueous Polyalkylene Glycol (PAG) Polymer

Quenching fluids such as polymers are still under investigation and need to be characterized to improve the accuracy of the simulation results. This work aims to contribute to the optimization of the simulation process in the heat treatment industry. Cooling curve of a polyalkylene glycol (PAG) polymer solution at 10 % of concentration with moderate agitation and a fluid temperature of 32 Celsius were acquired and analyzed under the ASTM D 6482 method. The result of the cooling curve was used to calculate the heat transfer coefficient (HTC), and the HTC graph was used as one of the boundary conditions for the simulation of the quenching step. The commercial software SIMHEAT® from Transvalor was used to predict hardness in as quenched and in as tempered conditions. A laboratory-scale specimen made of SAE 1060 steel was heat treated; the specimen was heated up at 860 Celsius, held for 0.5 h and then quenched in the PAG polymer solution at 10 % as mentioned above; the specimen was sectioned and tempered at two temperatures; 370 and 540 Celsius for 2 h. Finally, hardness was performed on the specimens and compared against the simulation results.

Luis Angel Santillan Barbosa, Especialidades Térmicas S.A. de C.V.

Optimización del proceso de carbonitrurado en convertidores de torque de acero 1010: Desarrollo de una metodología de tratamiento térmico con resultados dimensionales y de dureza consistentes.

El presente trabajo se enfoca en optimizar el proceso de carbonitrurado aplicado a convertidores de torque fabricados en acero AISI 1010, con el propósito de establecer una metodología de tratamiento térmico que asegure resultados consistentes en dimensiones, microdureza y capa efectiva.

Se evaluaron variables metalúrgicas críticas (composición atmosférica, temperatura, tiempo de permanencia, relación carbono/nitrógeno, temperatura del aceite, acomodo de piezas y densidad de carga) mediante un enfoque sistemático orientado a la estabilidad y repetibilidad del proceso.

El análisis metalográfico incluyó la determinación de la profundidad de capa efectiva según normas aplicables, correlacionando perfiles de microdureza y microestructura con el comportamiento dimensional posterior al tratamiento. Los ajustes realizados en la atmósfera y el enfriamiento permitieron reducir la distorsión, mejorar la uniformidad de la microdureza y mantener la capa efectiva dentro de especificación.

Como resultado, se obtuvo un proceso robusto y reproducible que garantiza durezas adecuadas y mínima variación dimensional.

Optimization of the carbonitriding process in 1010 steel torque converters: Development of a heat-treatment methodology with consistent dimensional and hardness results.

This work focuses on optimizing the carbonitriding process applied to torque converters manufactured from AISI 1010 steel, aiming to establish a heat-treatment methodology that ensures consistent dimensional results, microhardness, and effective case depth.

Critical metallurgical variables including atmosphere composition, temperature, soak time, carbon/nitrogen potential, quench oil temperature, part arrangement, and load density were evaluated through a systematic, process-control-oriented approach focused on stability and repeatability.

Metallographic analysis included determining the effective case depth according to applicable standards and correlating microhardness profiles and microstructural features with post-treatment dimensional behavior. Adjustments to the atmospheric composition and cooling conditions helped reduce distortion, improve microhardness uniformity, and maintain the case depth within customer specifications.

As a result, a robust and reproducible process was established, ensuring the required hardness range with minimal dimensional variation and improved performance of torque converter components.

ARACELI LOPEZ CARRANZA, TECNOLOGICO DE SALTILLO/ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL DE UN HIERRO DÚCTIL ALTO SILICIO (HSDI) CON TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE Y PARTICIÓN (Q&P)

En este estudio fue comparado el efecto de la temperatura (TP) y el tiempo (tP) de la etapa de partición, sobre la microestructura del HSDI tratado térmicamente mediante Q&P. Las muestras fueron austenizadas a 1000 °C durante 5 min, seguido del temple a 180 °C por 1 min y, finalmente, la partición a 290 y 375 °C durante 5, 15, 30 y 60 min, mediante dilatometría de temple. La caracterización microestructural se llevó a cabo por microscopía óptica, y se identificaron las fases por medio de un ataque químico con el reactivo LePera. Además, se empleó difracción de rayos X para la determinación y cuantificación de fases por el método Rietveld. El análisis demostró que la matriz obtenida se compone de nódulos de grafito, martensitas primaria y fresca, así como ausferrita, y que los porcentajes de fases tuvieron un efecto mas notable por la variación de TP que por tP.

MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF A HIGH SILICON DUCTILE IRON (HSDI) WITH QUENCHING AND PARTITIONING HEAT TREATMENT (Q&P)

In this study, the effect of temperature (TP) and time (tP) of the partition stage on the microstructure of the heat-treated HSDI by Q&P was compared. The samples were austenized at 1000 °C for 5 min, followed by quenching at 180 °C for 1 min and, finally, partitioning at 290 and 375 °C for 5, 15, 30 and 60 min, by quenching dilatometry. Microstructural characterization was carried out by light microscopy, and the phases were identified through chemical etching with LePera reagent. In addition, X-ray diffraction was used to determine the phases and its content by Rietveld method. The results showed that the final microstructure consisted of graphite nodules, prior and fresh martensites, as well as ausferrite, and that the phase content had more notable effect due to the variation of TP than tP.

Octavio Covarrubias Alvarado, Universidad Autónoma de Nuevo León

Efecto de parámetros de solubilizado y precipitación en las propiedades de tensión y microestructurales de una superaleación con aplicación en el sector aeroespacial.

Las superaleaciones son materiales base níquel, cobalto o níquel-hierro que pueden mantener sus propiedades mecánicas y microestructurales cuando son expuestas a condiciones de temperatura y esfuerzos elevados. Por esta razón, estos materiales son utilizados para la fabricación de componentes utilizados en el ensamble de motores de reacción y turbinas a gas para generación de energía. Cuando existe información limitada sobre el efecto de tratamientos térmicos en una aleación metálica, la metodología de superficies de respuesta permite optimizar el diseño de experimentos que permiten determinar las propiedades mecánicas y microestructurales promovidas en la aleación de interés. En esta investigación se presentan los principales resultados cuando una superaleación base níquel es expuesta a condiciones de solubilizado calculadas al utilizar la metodología de superficies de respuesta. Después de realizar un tratamiento térmico de precipitación específico en los especímenes solubilizados, se reportan las propiedades de tensión y de microestructura promovidas.

Effect of solution and precipitation heat-treating parameters in the tensile and microstructural properties of a superalloy with application in the aerospace sector.

The superalloys are Ni-base, Co-base or Ni-Fe metallic materials which are able to maintain their mechanical properties and microstructural characteristics when they are exposed to elevated temperature and high stress environments. For this reason, superalloys are widely used in the aerospace and power generation sectors for the fabrication of components used in the assembly of jet-engines and gas turbines. Development of heat treatment procedures for the promotion of required properties can be required when limited information is available for specific superalloys. The use of statistical tools as the response surface methodology, can be considered to optimize the development of heat-treating parameters of metallic alloys. In this research, the response surface methodology was considered to perform a design of experiments and determine the effect of solution parameters in the tensile properties and microstructure of a Ni-base superalloy. The solution heat-treating conditions were complemented with a required precipitation procedure.

Volker Heuer, ALD Vacuum Technologies GmbH

Control avanzado de la distorsión mediante carburizado a baja presión combinado con enfriamiento por gas a alta presión

La tecnología de carburizado a baja presión (LPC), en combinación con el enfriamiento por gas a alta presión (HPGQ), se ha consolidado como un proceso de cementación avanzado y robusto. Sin embargo, un efecto secundario del proceso de tratamiento térmico es la distorsión de los componentes. Esta distorsión tiene un gran impacto en los costos, ya que los componentes deformados deben ser maquinados en duro después del tratamiento térmico. Por lo tanto, el control de la distorsión es un factor clave para reducir los costos generales de manufactura. La distorsión del tratamiento térmico puede reducirse significativamente cuando se aplica LPC combinado con HPGQ. HPGQ proporciona un coeficiente de transferencia de calor muy uniforme, de modo que el efecto de enfriamiento local en la superficie del componente es más consistente a través de toda la carga. Se pueden lograr mejoras adicionales optimizando los parámetros del enfriamiento por gas. Herramientales adecuados (por ejemplo, utilizando herramientas reforzados de fibra de carbono CFC) son otro factor importante para el control de la distorsión. Este artículo presenta datos de distorsión de varios componentes, que demuestran los efectos de la optimización de los parámetros del proceso y del diseño de los herramientas para el tratamiento térmico.

Advanced distortion control by Low Pressure Carburizing combined with High Pressure Gas Quenching

The technology of Low Pressure Carburizing (LPC) in combination with High Pressure Gas Quenching (HPGQ) has been established as an advanced and robust case hardening – process. However, a side effect of the heat treatment process is component distortion. This distortion has a strong cost-impact, because distorted components need to be hard-machined after heat treatment. Therefore, control of distortion is a key factor in reducing overall manufacturing costs. Heat treat distortion can be significantly reduced when applying LPC combined with HPGQ. HPGQ provides a very uniform heat transfer coefficient, so the local quenching effect on the component surface is more consistent throughout the entire load. Additional improvements can be achieved by optimizing the gas-quenching parameters. Proper fixturing (e.g. using carbon-fiber-reinforced carbon CFC) is another factor for distortion control. This paper shows distortion data of various components, demonstrating the effects of optimizing the process parameters and the design of heat treatment fixtures.

Daniel Sánchez Ruiz, Centro de Ingeniería de Superficies y Acabados (CENISA). Facultad de Ingeniería UNAM

Efecto del tiempo en la microestructura de ADI generado mediante austempering a alta temperatura en una aleación rica en Zn

Las fundiciones nodulares austemperizadas (ADI) son materiales de creciente importancia y aplicaciones debido a sus propiedades comparadas con otros metales más costosos.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar mecánica, microestructural y electroquímicamente una fundición nodular sometida a un tratamiento térmico de austempering. El tratamiento térmico aplicado consistió en la austenitización del material a 950 °C- 90 minutos, seguida de su colocación en un baño de rico en Zn a 450 °C durante 30, 60 y 90 minutos. Se aplicaron pruebas de microdureza, análisis metalográfico y ensayos electroquímicos de polarización.

Los resultados mostraron una microestructura compuesta por nódulos de grafito, ferrita acicular y austenita retenida (ausferrita) y diferentes modificaciones en microdureza (2.5 veces más duras que el material base sin tratar) y en la resistencia a la corrosión.

Así pues, el austempering aplicado en este medio alternativo, puede ser una vía efectiva para mejorar las propiedades de una fundición nodular.

Effect of Time on the Microstructure of ADI Produced by High-Temperature Austempering in a Zn-Rich Alloy

Austempered Ductile Iron (ADI) represents a prominent material class since exhibit superior property profile comparing to more costly counterparts.

This study aims to characterize the mechanical, microstructural, and electrochemical behavior of ductile iron subjected to an austempering heat treatment. The thermal processing involved austenitization at 950 °C for 90 minutes, followed by isothermal quenching in a molten zinc based alloy bath at 450 °C for holding times of 30, 60, and 90 minutes. Material characterization was conducted via metallographic analysis, microhardness testing, and electrochemical potentiodynamic polarization measurements. The results demonstrated a microstructure consisting of graphite nodules embedded in an acicular ferrite and retained austenite (ausferrite), alongside microhardness increases (approximately 2.5 times harder comparing to the base material) and corrosion resistance depending on the holding time.

Consequently, austempering utilizing this alternative austempering medium proves to be a viable processing route for enhancing the performance of ductile iron.

Giorgio Valsecchi, TAV VACUUM FURNACES

Optimización del Diseño de Hornos de Vacío para un Tratamiento Térmico Eficiente

La optimización energética es clave en la transición hacia las emisiones netas cero, especialmente en industrias de alto consumo como el tratamiento térmico. Este análisis se centra en estrategias para reducir significativamente el consumo de energía en hornos de vacío.

Abordamos la termodinámica del calentamiento primario y los requisitos de sistemas auxiliares (bombas de vacío, ventiladores de enfriamiento y refrigeración por agua). Un enfoque esencial es maximizar la eficiencia de calentamiento seleccionando el diseño óptimo de la zona caliente y maximizando la carga del horno. Esto busca reducir los costos energéticos específicos (kWh/kg), considerando la relación no lineal con el tamaño del lote. A través de estudios de caso industriales, se demuestra cómo un diseño óptimo y parámetros operativos personalizados pueden reducir drásticamente el consumo energético específico y minimizar el tiempo total del ciclo.

Las conclusiones ofrecen un marco para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de costos en el tratamiento térmico moderno.

Optimizing Vacuum Furnace Design for Efficient Vacuum Heat Treatment

In the global transition towards net-zero carbon emissions, energy optimization is a paramount concern for energy-intensive industries like commercial heat treatment. This paper presents a comprehensive analysis of strategies to significantly optimize energy consumption in vacuum furnaces. We address both the primary heating thermodynamics and the requirements of essential auxiliary systems, such as vacuum pumps, gas quenching fans, and closed-loop water-cooling circuits.

A key focus is on maximizing heating efficiency by selecting the optimal hot zone design and maximizing the furnace load to effectively reduce specific energy costs (kWh/kg). This accounts for the non-linear relationship between batch size and specific energy costs.

Through detailed industrial case studies, this paper investigates how adopting an optimal furnace design and implementing tailored operational parameters for a specific application can drastically reduce specific energy consumption while simultaneously minimizing overall cycle time. The findings offer a valuable framework for improving sustainability and cost efficiency in modern heat treatment operations.

Javier Rodríguez Arreguín, Quaker Houghton

Variables críticas para la conversión de medios de enfriamiento: de aceite a polímero acuoso en aleaciones ferrosas.

Diferentes medios de enfriamiento son funcionales para una misma aplicación en tratamientos térmicos. En procesos de temple, la conversión de un medio de enfriamiento aceite a polímero acuoso puede ser posible siempre que se controlen las variables críticas del proceso. Entre los factores a considerar se encuentran, el método de calentamiento (p. ejemplo, horno, inductora, conducción, entre otros); los requerimientos de propiedades mecánicas y la limpieza de las piezas; el diseño del tanque; las condiciones de agitación; control de temperatura y el sistema de calentamiento del medio; así como el posicionamiento de las piezas para minimizar distorsión.

El análisis integral de estas variables permite identificar ventajas potenciales, como mejoras en seguridad operativa, reducciones en consumo energético y del medio de enfriamiento. No obstante, la conversión implica inversión en el análisis del producto en sitio, limpieza del producto, así como la frecuencia de paros por cambio de medio.

Critical variables to convert cooling media: From oil-based to aqueous polymer in ferrous alloys.

Different cooling media can be suitable for the same heat-treating application. In quenching processes, converting an oil-based cooling medium to an aqueous polymer can be feasible as long as the critical process variables are properly controlled. Key factors to consider include the heating method (e.g., furnace, induction, conduction, among others); the required mechanical properties and part cleanliness; tank design; agitation conditions; temperature control and the heating system of the medium; as well as part positioning to minimize distortion.

A comprehensive evaluation of these variables allows the identification of potential advantages, such as improved operational safety, reductions in energy consumption, and lower usage of the cooling medium. However, the conversion also requires investment to review product conditions, part cleaning, and the management of shutdown frequency due to medium replacement.

Andres Abad Arenas Maldonado, GKN Automotive

Importancia en la caracterización de defectos en el proceso de tratamiento térmico por inducción para la prevención de fallas prematuras

La caracterización de defectos en el proceso de tratamiento térmico por inducción es fundamental para garantizar la integridad, confiabilidad y desempeño de los componentes durante su vida útil. Debido a la elevada velocidad de calentamiento y rapidez de enfriamiento, así como a la sensibilidad del proceso a variables como frecuencia, potencia, geometría de las partes y propiedades del material, pueden generarse defectos como grietas, micro-grietas, endurecimiento irregular y esfuerzos residuales. Identificar y analizar estos defectos nos permite comprender su origen, optimizar parámetros y evitar fallas prematuras en servicio. Mediante técnicas ópticas de inspección, micro-dureza y análisis metalúrgico, es posible evaluar la microestructura, la profundidad de capa endurecida y la presencia de discontinuidades. Esta información es clave para ajustes de proceso, garantizar la repetibilidad de las partes y el cumplimiento de sus propiedades mecánicas y normativas. En conjunto, una correcta caracterización incrementa la confiabilidad y robustece el control de calidad en la producción.

Importance on the characterization of defects in the induction hardening process for the prevention of premature failures

The characterization of defects in the induction heat treatment process is essential to guarantee the integrity, reliability, and performance of the components during their useful life. Due to the high heating and cooling rate, as well as the sensitivity of the process to variables such as frequency, power, geometry of the parts and material properties, defects such as cracks, micro-cracks, irregular hardening, and residual stresses can be generated. Identifying and analyzing these defects allows us to understand their origin, optimize parameters and avoid premature failures in service. By means of optical techniques of inspection, micro-hardness, and metallurgical analysis, it is possible to evaluate the microstructure, the hardening case depth, and the presence of discontinuities. This information is key to process adjustments, ensuring the repeatability of parts and compliance with their mechanical and regulatory properties. Overall, correct characterization increases reliability and assuring of quality control in production.

Juan Manuel Prado Lázaro, IIMM-UMSNH

Comportamiento mecánico y microestructural de la aleación Al-Zn-Mg bajo condiciones de deformación en caliente

Este estudio evalúa la evolución microestructural y el comportamiento mecánico de una aleación secundaria Al-Zn-Mg sometida a deformación en caliente y envejecimiento artificial, considerando temperatura, grado de deformación y tiempo de envejecido. La composición química se determinó mediante espectroscopía de emisión por chispa y se analizó con JMatPro®. La microestructura se caracterizó con microscopía óptica y MEB-EDS, mientras que la microdureza se midió por método Vickers. La aleación presentó una relación Mg:Zn≈1:1, similar a la serie 7XXX, pero con mayores contenidos de Fe, Mn y Si por su origen reciclado. Se identificaron fases Al₆(Fe,Mn), Mg₂Si y Al₂Cu, con variaciones morfológicas de acuerdo a las condiciones de deformación. A 300 °C predominó el endurecimiento por deformación y a 400 °C se observó mecanismo de ablandamiento. El envejecido mostró máxima microdureza de XX HV a 10h. La aleación exhibió buena ductilidad y bajo endureciendo por envejecimiento, propiedades competentes para aplicaciones automotrices sustentables.

Mechanical and microstructural behavior of the Al-Zn-Mg alloy under hot deformation conditions

This study examines the microstructural evolution and mechanical behavior of a secondary Al-Zn-Mg alloy subjected to hot deformation and artificial aging, considering temperature, deformation level, and aging time. Chemical composition was determined by spark emission spectroscopy and evaluated using JMatPro®. Microstructural characterization was performed by optical microscopy and SEM-EDS, while microhardness was measured using the Vickers method. The alloy exhibited an Mg:Zn ratio of approximately 1:1, similar to 7XXX alloys, but with higher Fe, Mn, and Si contents due to its recycled origin. Identified phases included Al₆(Fe,Mn), Mg₂Si, and Al₂Cu, with morphological variations according to the deformation conditions. Deformation at 300 °C promoted strain hardening, whereas at 400 °C dynamic softening mechanisms were observed. Artificial aging yielded maximum microhardness of XX HV at 10 h. Overall, this alloy exhibits good ductility and adequate response to forming and aging, making it a viable option for sustainable automotive applications.

Mariela Constante Sánchez, Ternium

Caracterización de tamaño de grano austenítico utilizando método de oxidación y Difracción de Electrones Retrodispersados (EBSD) en un acero de medio carbón.

El tamaño de grano austenítico previo (PAGS) es una variable crítica durante el procesamiento del material, ya que influye directamente en la microestructura final. Sin embargo, el revelado del grano austenítico es una de las técnicas más exigentes en la caracterización metalúrgica, cuya dificultad aumenta en aceros de alta limpieza inclusionaria. Además, es necesario contar con una microestructura de martensita o bainita para visibilizar los límites de grano.

En este trabajo se evaluó y comparó el PAGS mediante dos métodos: una serie de muestras se procesó por el método de oxidación y otra por el método de Difracción de Electrones Retrodispersados (EBSD). El tratamiento térmico fue realizado en un simulador termomecánico Gleeble utilizando temperaturas de austenitización entre 900 y 950 °C.

En el método de oxidación, la microestructura se reveló mediante un ataque químico y se evaluó por microscopía óptica y electrónica de barrido, conforme a la norma ASTM E112. Para el método EBSD, se realizó la reconstrucción del grano a partir de la transformación martensítica, obteniendo un análisis más detallado de las distribuciones y morfología del grano.

Characterization of the austenitic grain size using oxidation method and Electron Backscattered Diffraction (EBSD) in a medium-carbon steel.

The prior austenitic grain size (PAGS) is a critical variable during material processing, as it directly influences the final microstructure. However, revealing the austenitic grain size is one of the most demanding techniques in metallurgical characterization, a process whose difficulty increases in steels with high inclusion cleanliness. Furthermore, a martensitic or bainite microstructure is necessary to visualize the grain boundaries.

In this work, PAGS was evaluated and compared using two methods on a series of samples that were processed by the oxidation method and analyzed Electron Backscattered Diffraction (EBSD). The heat treatment was performed in a Gleeble thermomechanical simulator using austenitizing temperatures between 900 and 950°C.

In the oxidation method, the microstructure was revealed by chemical etching and evaluated by optical and scanning electron microscopy according to ASTM E112. For the EBSD method, the grain was reconstructed from the martensitic transformation, obtaining a more detailed analysis of the grain distributions and morphology.

Edgar Anuar Cabrera Ontiveros, Universidad Autónoma de Coahuila

Desarrollo de Acero CFB de Tercera Generación mediante un tratamiento térmico convencional en un acero de medio carbono.

Este trabajo presenta una alternativa innovadora para la obtención de un acero de tercera generación CFB (bainítico libre de carburos por sus siglas en inglés), utilizando un acero de medio carbono (0.24% C) sometido a un tratamiento térmico con equipos convencionales. Demostrando que es posible generar microestructuras avanzadas de tercera generación, caracterizadas por fases de bainita libre de carburos y austenita retenida estabilizada, empleando equipos accesibles y de bajo costo. El ciclo propuesto comprende una austenización controlada, seguida de un enfriamiento interrumpido y un periodo de partición térmica, diseñado para favorecer la formación de bainita sin precipitación de cementita. Los resultados esperados incluyen una mejora significativa en la relación resistencia-ductilidad, así como un comportamiento óptimo ante el impacto. Orientado en aplicaciones automotrices de alta exigencia estructural. Esta metodología permite producir aceros de tercera generación en entornos industriales con infraestructura limitada, contribuyendo a una manufactura más accesible y eficiente.

Development of Third-Generation CFB Steel via Conventional Heat Treatment of a Medium-Carbon Steel.

This work presents an innovative alternative for producing third-generation CFB steel (carbide-free bainitic), using a medium-carbon steel (0.24% C) subjected to a heat treatment carried out with conventional equipment. The results demonstrate that it is possible to generate advanced third-generation microstructures, characterized by carbide-free bainite and stabilized retained austenite, using accessible and low-cost equipment. The proposed cycle consists of controlled austenitizing, followed by interrupted cooling and a thermal partitioning period designed to promote the formation of bainite without cementite precipitation. The expected outcomes include a significant improvement in the strength-ductility balance, as well as optimal impact performance, aimed at automotive applications requiring high structural demand. This methodology enables the production of third-generation steels in industrial environments with limited infrastructure, contributing to more accessible and efficient manufacturing.

Ricardo Diaz, Fluxtrol

TBD

En Fluxtrol ofrecemos soluciones optimas en el área de Calentamiento por Inducción utilizando la tecnología de concentradores de flujo magnético, contamos con conocimiento científico, ingenieros expertos y soluciones innovadoras.
Nuestras soluciones ofrecen la tecnología de Simulación por Computadora, conocimiento teórico fundamental y experiencia práctica para optimizar procesos de Inducción existentes y desarrollo de nuevos proyectos y nuevas tecnologías a nivel Mundial

TBD

Fluxtrol provides optimal induction heating solutions using our proprietary magnetic material, scientific knowledge, engineering experience, and innovative solutions.
Utilizing computer simulation, fundamental theoretical knowledge and practical experience to improve existing induction processes and development of new technologies worldwide.

Elvis Gimenez, NEL - Equigas International, Inc.

Hidrógeno en la industria térmica: soluciones locales para un futuro sostenible

Los procesos de tratamiento térmico de metales dependen en gran medida de atmósferas de hidrógeno en los hornos para operaciones de recocido brillante, sinterizado y soldadura fuerte. El hidrógeno utilizado en estos procesos genera una huella de carbono significativa debido a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con su método de producción y las fuentes de energía empleadas.

La mayor parte del hidrógeno consumido en México se suministra en forma de gas comprimido, transportado a distancias superiores a los 1.000 km desde las refinerías hasta los puntos de consumo, lo que produce una huella de carbono adicional derivada de su distribución. Esta presentación abordará la tecnología de producción de hidrógeno in situ mediante electrólisis del agua, creando nuevas alternativas de suministro que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuyen a un proceso de tratamiento térmico más limpio y sostenible.

Hydrogen in the Thermal Industry: Local Solutions for a Sustainable Future

Metal heat treatment processes largely depend on hydrogen furnace atmospheres for bright annealing, sintering, and brazing operations. The hydrogen used in these processes generates a significant carbon footprint due to greenhouse gas emissions associated with its production method and the energy sources employed.

Most of the hydrogen consumed in Mexico is supplied as compressed gas, transported over distances greater than 1,000 km from refineries to consumption sites, resulting in an additional carbon footprint derived from its distribution. This presentation will address on-site hydrogen production technology through water electrolysis, creating new supply alternatives that reduce greenhouse gas emissions and contribute to a cleaner and more sustainable heat treatment process.

Hiram Martinez Muñoz, Inductotherm Heating & Welding Mexico

Desempeño Operativo de las Bobinas de Inducción: Detección y Prevención de Fallas

Esta presentación aborda los aspectos clave del desempeño operativo de las bobinas de inducción, con enfoque en la detección temprana y la prevención de fallas en entornos industriales. Se revisan los fundamentos electromagnéticos necesarios para entender cómo la geometría de la bobina, la frecuencia de operación y la relación pieza y bobina influyen en el calentamiento, la eficiencia y los esfuerzos eléctricos y térmicos. Con base en estos principios, se explican los modos de falla más comunes, incluyendo fallas eléctricas, térmicas, mecánicas y por fugas de agua, junto con sus causas y efectos en el proceso. Finalmente, se presentan prácticas operativas, parámetros críticos de monitoreo y estrategias de inspección preventiva que ayudan a reducir riesgos, extender la vida útil de las bobinas y mantener un funcionamiento estable y seguro del sistema de inducción. La sesión combina conceptos técnicos con recomendaciones aplicables en planta.

Operational Performance of Induction Coils: Detecting and Preventing Failures

This presentation covers the key aspects of the operational performance of induction coils, focusing on early failure detection and practical methods for preventing issues in industrial environments. It reviews the essential electromagnetic principles needed to understand how coil geometry, operating frequency, and the coil to part relationship affect heating behavior, efficiency, and electrical and thermal stresses. Based on these foundations, the most common failure modes are explained, including electrical, thermal, mechanical, and water related failures, along with their typical causes and process impact. The presentation also outlines operational best practices, critical monitoring parameters, and preventive inspection strategies that help reduce risks, extend coil service life, and maintain stable and safe induction heating performance. The session combines technical concepts with practical recommendations that can be directly applied on the production floor.

Robert Madeira, Fuji-Denshi US Corporation

Creación de un Panel de Control para el Tratamiento Térmico por Inducción para la Validación del Proceso

El Handbook of Induction Heating, Second Edition de Valery Rudnev, Don Loveless y Raymond L. Cook, indica que existen al menos 17 variables confiables en un proceso de calentamiento por inducción. Mientras que algunas variables tienen una baja frecuencia de cambio, como la composición del acero, otras, como el tiempo de retraso del enfriamiento (tiempo de retardo de apagado), pueden tener un impacto significativo en la dureza y el perfil esperados. La presentación investigará estas 17 variables y su impacto relativo en el proceso de endurecimiento por inducción, y las calificará como apropiadas o no para el panel de validación del proceso. Algunas de estas 17 variables tienen límites de control superior e inferior, como la temperatura del enfriamiento, mientras que otras presentan más bien un límite discreto, como la rotación de la pieza. Si bien algunas variables pueden medirse en tiempo real y son verdaderamente factores independientes, muchas tienen un resultado correlacionado. Un ejemplo de esto es que un cambio en la condición de la bobina implica un cambio en la inductancia. Dependiendo del diseño de la fuente de alimentación —normalmente los sistemas de tratamiento térmico son fuentes de voltaje sintonizadas en paralelo y controladas por voltaje—, el cambio en la inductancia de la bobina significa que la relación entre voltaje y corriente en resonancia cambiará. Con respecto a los cambios a lo largo del tiempo, se emplean estadísticas como X y R para rastrear las variaciones en los parámetros operativos. Estos indicadores estadísticos se ganan su lugar en el Panel de Validación del Proceso.

Creating an Induction Heat treatment Dashboard for Process Validation

The Handbook of Induction Heating, Second Addition by Valery Rudnev, Don Loveless and Raymond L. Cook, states that there are at least 17 creditable variables for an induction heating process. While some variables have a low frequency of change such as steel composition, other such as Quench delay time, can have a major impact the anticipated hardness and profile. The presentation will investigate these 17 variables and their relative impact on the process of induction hardening and qualify them as appropriate or not for the induction validation dashboard. Some of these 17 variables have upper and lower control limits, such as quench temperature, while others have more of a discrete boundary, part rotation for example. While some variables can be measured in real time and are truly independent factors, many have a correlated outcome. An example of this is a change in coil condition, has a change in inductance. Depending on the power supply design, normally heat treating are voltage source parallel tuned, and voltage controlled, the change in coil inductance means the ratio of voltage and current at resonance will change. With respect to changes over time, statistics are employed such as X and R to track changes to the operating parameters over time. These statistical indicators earn their place on the Dashboard for Process Validation.

Alberto Delgado Esqueda, TS ETSA

Nitrocarburización Ferrítica (FNC) en Baño Líquido - Una Solución Industrial Sustentable y Competitiva.

Con la creación de GREEN CENTRES, el baño líquido FNC ha desarrollado diversas mejoras que lo hacen muy respetuoso con el medio ambiente; entre ellas se incluyen la reutilización de las sales residuales del proceso y la ausencia de emisiones a la atmósfera, así como baja contaminación agua fácilmente tratable y reutilizable.

FNC es una tecnología de tratamiento superficial termoquímico que mejora las propiedades mecánicas y tribológicas, así como la resistencia a la corrosión.

El FNC forma varias capas nitruradas, que ofrecen diferentes beneficios según la aplicación: capa compuesta, zona de difusión y zona de transición.

Al tratarse de un proceso a baja temperatura, las piezas pueden someterse a tratamiento térmico hasta alcanzar sus dimensiones finales.

El FNC se lleva a cabo en un medio líquido; el calor se transfiere de manera eficiente, lo que hace que el proceso sea muy competitivo en términos de CPK («Capa nitrurada y dureza en la capa nitrurada»).

Se trata de un proceso de tratamiento térmico rápido, que ofrece plazos de entrega muy competitivos en comparación con HT similares.

Ferritic Nitrocarburizing (FNC) in Liquid Bath - A Sustainable and Competitive Industrial Solution.

Through the creation of GREEN CENTRES, liquid bath FNC has developed various improvements that make it very environmentally friendly; these include the reuse of residual salts from the process and zero emissions into the atmosphere, water pollution easily treatable and reusable. FNC is a thermochemical surface treatment technology that improves mechanical and tribological properties, as well as corrosion resistance.

FNC forms several Nitrided Layers, which offer different benefits depending on the application: Compound layer, diffusion zone and transition zone.

As it is a low-temperature process, parts can be heat treated to their final dimensions.

FNC is carried out in a liquid medium; heat is transferred efficiently, making the process highly competitive in terms of CPK ("Nitrided Layer and Hardness in Nitrided Layer").

It is a fast heat treatment process, offering very competitive delivery times compared to similar HT.

Miguel Equihua Leon, BOINSA

Estudio de soldadura por brazing utilizada en el ensamble de bobinas de inducción por el método del microscopio electrónico de barrido (MEB)

En el proceso de tratamiento térmico por inducción se utiliza un componente conocido como “inductor”, este elemento esta constituido por cobre electrolitico y es quien define el perfil de calentamiento así como las propiedades físicas y metalúrgicas de la pieza a procesar. Durante la fabricación del inductor se utilizan 2 tipos de soldadura por brazing, mismas que le determinan la solidez estructural. Un estudio metalurgico utilizando el microscopio electrónico de barrido y otros equipos para obtener las propiedades físicas de la soldadura nos generara información valiosa sobre estas piezas soldadas por brazing.

Study of brazing welding used in the assembly of induction coils by the scanning electron microscope (SEM) method

In the induction heat treatment process a component known as “Inductor” is used. This element is made of electrolytic copper and defines the heating profile as well as the physical and metallurgical properties of the piece to be processed. During the manufacturing of the inductor, two types of brazing welding are used, which determine its structural strength. A metallurgical study using a scanning electron microscope. As well as other equipment to determine the physical properties of the weld, Will generate valuable information about the brazing welded parts

Carlos Carrasco, Seco/Warwick Corp

Consideraciones Técnicas para el Diseño de un Horno de Tratamiento Térmico de Aluminio

Cuando nos referimos al los requerimientos técnicos para el diseño de un horno de tratamiento térmico de aluminio por solución, es de primordial importancia que tanto los ingenieros quienes escriben las especificaciones para el tratamiento térmico trabajen en conjunto con el equipo de ingeniería que diseñara el horno para conocer de manera precisa: Cuál será la aleación, la geometría y peso de la carga, el peso y configuración de los dispositivos de carga, las temperaturas requeridas tanto para el calentamiento como el enfriamiento así como sus rangos de operación. El conocimiento de esta información y parámetros, permitirá que el diseño del horno sea capaz de cumplir con las expectativas del tratamiento térmico.

Technical Considerations for the Design of an Aluminum Heat Treatment Furnace

When discussing the technical requirements for designing a solution-treating aluminum furnace, it is crucial that the engineers writing the heat treatment specifications work closely with the furnace design team to accurately determine: the alloy type, the geometry and weight of the charge, the weight and configuration of the charging devices, the required heating and cooling temperatures, and their operating ranges. Understanding these parameters will ensure the furnace design meets the heat treatment expectations.

Will Cheesman, Ipsen International GmbH

Tecnología de horno híbrido para un uso inteligente de la energía

Los tratadores térmicos en fren tan precios de energía volátil es y objetivos de descarbonización. Esta presentación resume un enfoque de horno híbrido que combina quemadores multicombustible de bajo NOx (gas natural, hidrógeno, propano) con calentamiento eléctrico, permitiendo configuraciones flexibles de reparto gas/eléctrico (p.ej., 8 quemadores y 4 resistencias eléctricas). Las pruebas TUS en horno vacío de 750-1000°C mostraron una uniformidad comparable en modo solo quemadores, solo eléctrico o híbrido ($\pm 7^\circ\text{C}$). Un gemelo digital basado en simulación se aplica a la gestión energética para desplazar carga y recortar costos, optimizando costo y CO₂ según precios de energía y factores de emisión de la electricidad normalizado. Los resultados de carburización GreenLow demuestran grandes reducciones de gases de proceso sin afectar el resultado metalúrgico: ahorro de 75% del gas portador y 49% del gas de enriquecimiento (CH₄), con profundidad de capa $\sim 4,22-4,23$ mm) y %C 0,35% (C) comparable.

Hybrid Furnace Technology for Intelligent Energy Use

Heat treaters face volatile energy prices and decarbonization targets. This presentation summarizes a hybrid furnace approach that combines multi-fuel low-NOx burners (natural gas, hydrogen, propane) with electric heating, enabling flexible burner/electric split configurations (e.g., 8 burners and 4 electric heaters). Empty-furnace TUS from 750–1000°C showed comparable uniformity for burner-only, electric-only, and hybrid operation ($\pm 7^\circ\text{C}$). A simulation-based digital twin is applied to energy management, supporting load shifting/peak shaving and optimizing cost and CO₂ based on dynamic electricity prices and emissions factors. Finally, GreenFlow carburizing results demonstrate major reductions in process gases while maintaining metallurgical outcomes: carrier gas savings of 75% and enrichment gas (CH₄) savings of 49%, with comparable case depth ($\sim 4.22-4.23$ mm) and carbon content (0.35% C).

Jhon Alexander Villada Villalobos, CIDESI

Influencia de los parámetros de proceso sobre la capa endurecida del acero AISI 8620 procesado mediante carburizado de baja presión

El acero AISI 8620, aleado con Ni–Cr–Mo, se emplea en componentes automotrices y aeroespaciales que requieren alta dureza superficial y tenacidad en el núcleo. El carburizado a baja presión (LPC) ofrece un control preciso de la difusión de carbono, mínima oxidación y menor distorsión en comparación con la carburización convencional. Este estudio evalúa sistemáticamente la influencia de cuatro parámetros del proceso LPC (temperatura de carburizado, potencial de carbono, número de ciclos de difusión y presión de enfriamiento) sobre la capa endurecida del acero AISI 8620. Se trataron dieciséis muestras mediante un diseño factorial 2^4 . Los resultados muestran que la temperatura y el potencial de carbono afectan la cinética de difusión y la profundidad de capa, mientras que la presión de enfriamiento controla la transformación martensítica. Los hallazgos permiten optimizar el proceso LPC para mejorar la dureza y la estabilidad dimensional.

Influence of process parameters on the hardened layer of low-pressure carburized AISI 8620 steel

AISI 8620 is a Ni–Cr–Mo low-alloy steel widely used in automotive and aerospace components requiring high surface hardness and core toughness. Low-pressure carburizing (LPC) provides precise control of carbon diffusion, reduced oxidation, and lower distortion compared with conventional gas carburizing. This study systematically evaluates the influence of four LPC parameters (carburizing temperature, carbon potential, number of boost–diffusion cycles, and quenching pressure) on the hardened layer of AISI 8620 steel. Sixteen samples were treated according to a 2^4 factorial design. Results show that temperature and carbon potential strongly affect diffusion kinetics and case depth, while quenching pressure governs martensitic transformation. Optical and SEM analyses confirmed a refined martensitic structure with minimal retained austenite under higher temperature and carbon potential. The findings support LPC process optimization for improved hardness, wear resistance, and dimensional stability.

Claudio Dessommes, Algas-SDI International

Algas-SDI Quemadores Phoenix: Quemadores Completos y Refacciones disponibles para entrega rápida .

La división de Combustión de Algas-SDI ofrece una gama confiable de quemadores —el PHOENIX Velocity Heat, Tube Heat y Simple Heat— respaldados por décadas de experiencia en sistemas de combustible y un compromiso con la calidad, entrega rápida, soluciones innovadoras y de energía limpia. Con productos distribuidos en más de 87 países en todo el mundo, somos tu próximo proveedor de quemadores.

PHOENIX Velocity Heat (VH): Robusto quemador de combustión directa capaz de alcanzar hasta 7.500.000 BTU/h. Comúnmente utilizado en hornos por lotes y continuos, oxidantes térmicos y hornos de fusión no ferrosos.

PHOENIX Tube Heat (TH): Calentador de tubo radiante con nueve modelos que cubren entre 100.000 y 750.000 BTU/h, ofreciendo una excelente uniformidad de temperatura y una transferencia de calor eficiente, ideal para aplicaciones de tubo radiante y de inmersión.

PHOENIX Simple Heat (SH): Quemador de mezcla con boquilla empaquetado con soplador integrado, controles ajustables de aire y combustible, y alta relación de rotación—versátil para diversas necesidades de calefacción.

Algas-SDI Phoenix Burners: Complete Burners and Replacement Parts available for quick delivery.

Algas-SDI's Combustion Products team offers a dependable lineup of burners - the PHOENIX Velocity Heat, Tube Heat, and Simple Heat - backed by decades of experience in fuel systems and a commitment to quality, rapid delivery, innovative, and clean energy solutions. With products distributed in over 87 countries worldwide, we are your next burner provider.

PHOENIX Velocity Heat (VH): Robust direct-fired burner capable of up to 7,500,000 BTU/hr. Commonly used in batch and continuous furnaces, thermal oxidizers, and non-ferrous melting furnaces.

PHOENIX Tube Heat (TH): Radiant tube burner with nine models covering 100,000 to 750,000 BTU/hr, offering excellent temperature uniformity and efficient heat transfer—ideal for radiant and immersion tube applications.

PHOENIX Simple Heat (SH): Packaged nozzle-mixing burner with integral blower, adjustable air & fuel controls, and high turn-down ratio—versatile for diverse heating needs.

Salvador Alvarado Murillo, Super Systems México

Automation of batch furnaces.

La automatización de una línea de hornos tipo batch representa un avance clave en la eficiencia, seguridad y control de los procesos térmicos. Al integrar herramientas como seguimiento de carga y sistemas SCADA, es posible lograr una trazabilidad completa de cada carga, asegurando que se sigan los tiempos y rutas correctas dentro del sistema. Además, el registro automático de variables del proceso permite identificar oportunidades de mejora y optimización de tiempos. Otro beneficio importante es la reducción en la cantidad de operadores necesarios para el manejo de la línea, ya que el monitoreo centralizado y en tiempo real facilita una supervisión eficiente y precisa de todo el sistema. En conjunto, estos elementos fortalecen el control y la confiabilidad del proceso térmico.

Automatización de hornos tipo Batch.

The automation of a batch furnace line represents a key advance in the efficiency, safety, and control of thermal processes. By integrating tools such as load tracking and SCADA systems, it is possible to achieve complete traceability of each load, ensuring that the correct timing and routing are followed within the system. Furthermore, the automatic recording of process variables allows for identifying opportunities for improvement and time optimization. Another important benefit is the reduction in the number of operators required to manage the line, as centralized, real-time monitoring facilitates efficient and accurate oversight of the entire system. Together, these elements strengthen the control and reliability of the thermal process.

Thomas Wilkins, Surface Combustion

**El Retorno de la Inversión de la Modernización:
Un Estudio de Costes y Cumplimiento de
Hornos Nuevos, Usados y Reacondicionados**

A medida que el costo de capital de los nuevos equipos de hornos continúa aumentando, los tratadores térmicos deben afrontar complejas decisiones financieras entre la adquisición de equipos nuevos de alta inversión, la compra de equipos usados en bruto y la modernización estratégica mediante reacondicionamiento o retrofit.

Esta presentación compara las características y los precios de los hornos nuevos de carburizado en atmósfera tipo BIQ y de vacío con las alternativas de reconstrucción/retrofit y equipos de segunda mano. Se pondrá un énfasis principal en los desafíos de mantenimiento de los sistemas de control obsoletos que suelen encontrarse en unidades usadas, como procesadores descontinuados y sin soporte, y en la confiabilidad a largo plazo, el cumplimiento normativo, así como las capacidades de automatización e Industria 4.0 que se obtienen mediante un retrofit de controles modernos.

Se utilizarán ejemplos del mundo real para demostrar la inversión total necesaria para llevar un horno usado a su máxima eficiencia operativa, comparando los costos de reemplazar componentes mecánicos críticos y zonas calientes frente a la inversión en equipos completamente nuevos. Al cuantificar el equilibrio entre los ahorros iniciales y los riesgos a largo plazo asociados al tiempo de inactividad del equipo y la obsolescencia, esta sesión proporciona un marco de referencia para determinar cuándo un horno usado es una alternativa viable a la compra de uno nuevo y cuándo la actualización de un activo usado con un sistema de control moderno ofrece un retorno de inversión superior en comparación con la elevada carga de capital que implica un equipo nuevo.

**The ROI of Modernization: A Cost and
Compliance Study of New, Used, and
Retrofitted Furnaces**

As the capital cost of new furnace equipment continues to climb, heat treaters must navigate the complex financial trade-offs between high-expenditure procurement, raw used purchases, and strategic retrofitting. This presentation compares the features and pricing of new Atmosphere Carburizing BIQ and Vacuum furnaces to the rebuild/retrofit and pre-owned alternatives. A primary focus will be placed on the maintenance hurdles of outdated control systems found in used units—such as obsolete and unsupported processors—and the long-term reliability, compliance, and automation and Industry 4.0 gained through a modern controls retrofit. Real world examples will be used to demonstrate the total investment required to bring a used furnace up to peak operational efficiency, comparing the costs of replacing critical mechanical components and hot zones against investing in brand new equipment. By quantifying the balance between initial savings and the long term risks of equipment downtime and obsolescence, this session provides a framework to determine when a used furnace is a viable alternative to buying new, and when a upgrading a used asset to a modern controls suite offers a superior ROI compared to the high capital burden of a new build.

Hugo Barragán Vargas, Instituto Politécnico Nacional

Influencia de la frecuencia en la resistencia a la tracción del acero SAE 4041 durante el calentamiento por inducción

El calentamiento por inducción es un método de tratamiento térmico eficiente y preciso que utiliza campos electromagnéticos para generar calor dentro de materiales conductores, ofreciendo un control superior al de los métodos convencionales. Este estudio analiza su aplicación en el tratamiento de aceros, especialmente en el endurecimiento por inducción, donde el calentamiento superficial selectivo seguido de un enfriamiento rápido produce una capa endurecida y un núcleo más tenaz. El enfoque principal es la influencia de la frecuencia de la corriente en la profundidad de penetración térmica y su impacto en propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción. Los resultados muestran que frecuencias altas producen calentamientos superficiales adecuados para endurecimiento, mientras que frecuencias bajas permiten una mayor penetración térmica que modifica significativamente la microestructura. Las simulaciones indican que las tensiones residuales están más influenciadas por las transformaciones de fase que por los gradientes térmicos. Incorporar la plasticidad por transformación cambia notablemente la distribución de tensiones, resaltando su importancia para predicciones precisas.

Influence of Frequency on the Tensile Strength of SAE 4041 Steel During Induction Heating

Induction heating is an efficient and precise heat treatment method that uses electromagnetic fields to generate heat within conductive materials, offering superior control compared to conventional external heating. This study examines its role in steel treatment, particularly induction hardening, where selective surface heating followed by rapid quenching produces a hardened layer and a tougher core. A key focus is the influence of current frequency on heat penetration depth and its impact on mechanical properties such as tensile strength. Results show that higher frequencies generate shallow heating ideal for surface hardening, while lower frequencies enable deeper thermal penetration that significantly modifies the microstructure. Simulations also indicate that residual stresses in the hardened layer are more strongly influenced by phase transformations than by thermal gradients. Incorporating transformation plasticity into the model notably changes the stress distribution, highlighting its importance for accurate prediction. These findings enhance understanding of steel behavior during induction hardening and provide guidance for optimizing industrial parameters.

Víctor Zacarías, GTS México

Medición de la temperatura en el tratamiento térmico: del cumplimiento normativo al control de procesos

La medición precisa de la temperatura es un requisito fundamental para lograr procesos de tratamiento térmico consistentes, repetibles y conformes con las especificaciones. En muchas operaciones, la pirometría aún se considera principalmente como una actividad de cumplimiento normativo impulsada por estándares como AMS 2750 y CQI-9, en lugar de verse como una herramienta crítica para el control del proceso y el aseguramiento de la calidad.

Este minicurso revisará los principios esenciales de la pirometría aplicada al tratamiento térmico industrial, haciendo énfasis en cómo una medición adecuada de la temperatura impacta directamente en los resultados metalúrgicos, la capacidad del proceso y la reducción de riesgos. Los temas clave incluyen la selección de sensores, la calibración de instrumentos, las pruebas de exactitud del sistema (SAT), los estudios de uniformidad de temperatura (TUS) y las fuentes comunes de error de medición en hornos de producción.

A través de ejemplos prácticos y mejores prácticas de la industria, los participantes obtendrán una comprensión más clara de cómo la pirometría respalda no solo el cumplimiento normativo, sino también la mejora de la estabilidad del proceso, la reducción de no conformidades y una mayor confianza en los resultados del tratamiento térmico. El curso está dirigido a ingenieros de tratamiento térmico, profesionales de calidad y personal técnico que deseen fortalecer la confiabilidad de sus procesos térmicos mediante una mejor medición de la temperatura.

Temperature Measurement in Heat Treatment: From Compliance to Process Control

Accurate temperature measurement is a fundamental requirement for achieving consistent, repeatable, and compliant heat treatment processes. In many operations, pyrometry is still viewed primarily as a compliance activity driven by specifications such as AMS 2750 and CQI-9, rather than as a critical tool for process control and quality assurance.

This mini course will review the essential principles of pyrometry as applied to industrial heat treatment, emphasizing how proper temperature measurement directly impacts metallurgical results, process capability, and risk reduction. Key topics include sensor selection, instrument calibration, system accuracy testing (SAT), temperature uniformity surveys (TUS), and common sources of measurement error in production furnaces.

Through practical examples and industry best practices, participants will gain a clearer understanding of how pyrometry supports not only regulatory compliance, but also improved process stability, reduced nonconformance, and increased confidence in heat treatment outcomes. The course is intended for heat treat engineers, quality professionals, and technical personnel seeking to strengthen the reliability of their thermal processes through better temperature measurement.