



Conscientes de la importancia de mantener abiertos los canales de información con sus Clientes y con los profesionales del sector, Italtipresse, quiere aprovechar también esta oportunidad para presentarles su nueva máquina de la serie TF, sin rodillera y sin plato cilíndrico, un nombre que se ha creado tomando como referencia el acrónimo del término inglés Toggle Free.

La nueva máquina es conceptualmente muy diferente del modelo clásico IP, en cuanto la fuerza de cierre está garantizada sólo hidráulicamente, sin la ayuda mecánica de la rodillera.

Para conseguir el tonelaje requerido, se utilizan cuatro tuercas accionadas hidráulicamente, situadas en la parte posterior del plato móvil (una por columna); una cuña de agarre garantiza el cierre de la tuerca sobre la columna, adecuadamente elaborada localmente con filete a diente de sierra y posteriormente en la cámara de presurización del cilindro hidráulico, la presión del fluido se incrementa hasta alcanzar el valor necesario para obtener la fuerza de cierre nominal. Tal fuerza induce a un alargamiento en cada columna, determinando la consiguiente fuerza de cierre.

En una óptica de producción en serie, las ventajas operativas obtenibles con la máquina TF son seguramente mayores respecto a la máquina tradicional de cámara fría de la serie IP. Entre tantas ventajas, es necesario señalar:

- Mayor apertura de moldes entre el plato fijo y el plato móvil debido a la ausencia de la rodillera que permite, por tanto, el montaje de moldes con alturas más elevadas.

- Espacio reducido de las dimensiones de la máquina, hoy que el espacio de trabajo se ha convertido en un elemento de elevado costo en la gestión de una instalación.
- Mayores dimensiones de platos y mayor luz entre columnas respecto a un modelo homólogo de la serie precedente, con consiguiente mejor relación precio/dimensión máquina.
- Mantenimiento reducido y gestión de las partes en movimiento.
- Mejora del sistema de compensación de la dilatación térmica del molde.
- Movimientos de apertura y cierre más rápidos respecto al sistema con rodillera.
- Mayor constancia productiva y consiguiente aumento de la productividad.
- Mayor estabilidad y rigidez de los platos, también en presencia de moldes no perfectamente paralelos.

Naturalmente el grupo de inyección no varía y permanece en su configuración SC apreciada desde hace años.

Para más información contacte con nuestro Departamento Comercial

ITALPRESSE HISPANIA, S.L.
C/. de la Ciencia, 19 - Pol. Ind. "El Regas"
08850 GAVÀ (Barcelona)

Tel. 93 633 30 13 - Fax 93 638 06 25

www.italpresse.it - e-mail: Italtipresse@teletelne.es

Sumario • Marzo 2008 - Nº 4

Editorial **2**

Noticias **4**

Sistema de vibración en seco • Tecnología de válvulas innovadora • Paredes presenta su nueva línea FUSION2 • Cooperación entre Carl Zeiss y el Instituto Nacional Alemán de Metrología en Brunswick, Alemania • Paredes y Silver se alían para la creación de Ropa de Seguridad • testo 425: El nuevo anemómetro para integrar la medición de caudal • PIROBLOC factura 6 millones de euros en 2007 • Sensores de presión • VAPOR LLONCH y ASCAMM firman acuerdo.

Información

- La nueva turbina de granallado **12**
- Vea más con la nueva cámara termográfica Testo **14**
- Case History: Tecnopress S.p.A. **16**
- Sesión Técnica: "Últimos desarrollos y aplicaciones en ADI" **20**
- Medida de temperatura por infrarrojos **22**
- Libro "Materiales refractarios y cerámicos" - Por Luis F. Verdeja, José P. Sancho y Antonio Ballester **23**
- Válvulas electromagnéticas de larga duración en formato XL - Por David Agustí Montins **25**
- El "agua libre" contenida en las arenas de moldeo en verde - Por José Expósito **26**
- Fundación PFB **29**
- Noticias PFERD **32**
- Componentes de las arenas de moldeo (Parte I) - Por Jordi Tartera **36**
- Estudio del enfriamiento de un cubilote. Parte I: El comportamiento del carbono y el silicio en la carga metálica - Por Ricardo Aristizábal Sierra, Claudia María Silva Velásquez, Paula Andrea Pérez Espitia, Vladimir Stanek, Seymour Katz y Mark E. Bauer **44**
- Boletín F.E.A.F. **53**
- Mis micrografías - Por Jordi Tartera **60**
- Inventario de Fundición **61**
- Guía de compras **62**
- Índice de Anunciantes **64**

Director: Antonio Pérez de Camino

Publicidad: Ana Tocino

Administración: Carolina Abuin

Director Técnico: Dr. Jordi Tartera

Colaboradores: Inmaculada Gómez, José Luis Enríquez, Antonio Sorroche, Joan Francesc Pellicer, Manuel Martínez Baena y José Expósito

PEDECA PRESS PUBLICACIONES S.L.U.

Goya, 20, 4º - 28001 Madrid

Teléfono: 917 817 776 - Fax: 917 817 126

www.pedeca.es • pedeca@pedeca.es

ISSN: 1888-444X - Depósito legal: M-51754-2007

Diseño y Maquetación: **José González Otero**

Creatividad: **Víctor J. Ruiz**

Impresión: **VILLENA**

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.

FUNDI PRESS se publica nueve veces al año (excepto enero, julio y agosto).

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 artículos publicados en FUNDI PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Asociaciones colaboradoras



D. Ignacio Sáenz de Gorbea



Asociación de Fundidores de Cataluña



Asociación de Fundidores País Vasco y Navarra



Asociación Fundidores España IAFI

D. Manuel Gómez

Editorial

RELACIÓN CALIDAD PRECIO

Tanto desde nuestro sector como desde otros, llevamos tiempo escuchando la famosa frase “tirar los precios”, con tal de conseguir un cliente, un trabajo, una venta, ... algo que conscientemente se sabe que está por debajo del coste. Cada compañía o cada persona que realiza esta “oferta” por llamarla de algún modo, sabe que en un momento puntual, en una venta imprescindible o en una situación comprometida, puede ser de gran ayuda. Pero cuando esta “oferta” es continua, ahí es donde interviene y, de alguna manera, se compromete la calidad.

En el caso que nos ocupa, el de nuestra revista, las tarifas publicitarias que tenemos no son porque sí, tienen su razón de ser con respecto a unos costes y así ofrecer un producto de calidad. Un proceso que consiste en contactar con entidades y personas colaboradoras para los artículos, recepción de novedades y noticias, composición de todos esos textos para la revista con su posterior relectura y corrección, ubicación de las publicidades contratadas previamente por el equipo comercial y entrega a la imprenta.

Antes de la impresión final hay que corregir una última prueba y comenzar la impresión de los 2.000 ejemplares. Con su posterior ensobrado, etiquetado y puesta en Correos (con precio bastante alto) de todos los ejemplares, finaliza el proceso de producción.

Bastante detallado queda nuestro proceso productivo, con lo que unos precios bajos en las tarifas publicitarias, que es nuestro soporte y vida de las revistas, conlleva una falta de alguno o algunos de los procesos, muy posiblemente el más caro, el de impresión y envío de las revistas a lectores, con la siguiente pérdida de efectividad publicitaria.

Como compromiso de calidad en este número, destacar la publicación de la 1ª parte del artículo del Dr. Jordi Tartera, nuestro Director Técnico. También un estudio del enfriamiento de un cubilote realizado en la Universidad de Antioquia, el artículo sobre “el agua libre” del Sr. Expósito y la publicación del último boletín de la Federación Española de Asociaciones de Fundidores (F.E.A.F.), entidad colaboradora de la revista.

Antonio Pérez de Camino

Granalladoras Ventilación Industrial



*La solución
para el
tratamiento
de superficies*



Talleres ALJU, S.L.

Ctra. San Vicente, 17 • 48510 VALLE DE TRÁPAGA - VIZCAYA - ESPAÑA

Telf.: +34 944 920 111 Fax: +34 944 921 212

e-mail: alju@alju.es - Web: www.alju.es

Sistema de vibración en seco

Se acabaron los problemas que presenta la vibración convencional en cuanto a la generación de vertidos líquidos.

La compañía Alma (Italia), representada en España por Hervele Electroquímica, ha desarrollado, en su departamento de I + D, un nuevo sistema de vibración en seco.

Se utilizan chips y productos químicos especiales, según el objetivo perseguido, pero sin adición de agua.



Este proceso es de aplicación a todos los metales e incluso es aplicable cuando los procesos de vibración son largos, obteniéndose un acabado muy similar al de los procesos en húmedo.

No es necesario adquirir nueva maquinaria, ya que es posible adaptar los vibros tradicionales a este nuevo proceso, incorporando una serie de elementos diferenciadores (tapa, aspiración, recogida de polvo, etc), de diferentes características según el caso concreto.

Info 1

Tecnología de válvulas innovadora

Buschjost ha desarrollado una nueva línea de válvulas muy rentables específicamente para resistir fluidos sucios a presiones y temperaturas exigentes en los circuitos de refrigeración de extrusoras y máquinas de inyección.

Este sistema, tecnológicamente sofisticado, está basado en la serie 85300 de válvulas de émbolo con el tubo del émbolo aislado del fluido para evitar el descascarillado y la entrada de partículas de suciedad.

Su diseño compacto permite que estas válvulas se puedan instalar en espacios más reducidos con respecto a las válvulas coaxiales equivalentes.

Su versión modificada con fuelle se ha diseñado para presiones de hasta 7 bar, de manera que está preparada para resistir picos de presión.

Las válvulas tienen un cuerpo sólido de latón con rosca hembra desde G 1/4 a G2 y son adecuadas para gases y líquidos sucios a temperaturas de hasta 150 grados.



La selección incluye solenoides para todos los voltajes estándar.

Info 2

Paredes presenta su nueva línea FUSION2

Un año más Calzados Paredes vuelve a estar presente en una nueva edición de SICUR con Paredes Security, su línea de negocio dedicada al calzado, ropa y complementos para la Protección Laboral.

La colección de Seguridad del fabricante ilicitano para 2008, irá marcada por la presentación de su nueva línea FUSION2.

Los modelos fabricados bajo este denominador, vanadioF2, cromoF2 y forjaF2, se han dotado de suelas de última generación que combinan diferentes materiales y tecnologías para la máxima protección en la amortiguación de la pisada, evitando así lesiones que se reflejan en las articulaciones y la espalda.

La tendencia de Paredes Security para 2008, estará marcada por la doble funcionalidad de sus productos, que combinan la tecnología y protección de seguridad con la preocupación por la estética.

El concepto de "Work Sport" hace mella en el mundo laboral,





URPE

sistemas de fundición a presión

creando calzado y ropa de máxima seguridad, pero con líneas de diseño actual y urbano.

La amplia gama de productos de Paredes Security está dirigida a profesionales procedentes de sectores tan diversos como la restauración, la automoción, la ingeniería, la construcción, etc.

Para ellos se diseñan y evolucionan modelos adaptados a sus condiciones laborales particulares, cubriendo las necesidades específicas de seguridad de cada actividad y ofreciendo el máximo confort para asegurar la salud a corto y largo plazo de los profesionales.

Info 3

Cooperación entre Carl Zeiss y el Instituto Nacional Alemán de Metrología en Brunswick, Alemania

Carl Zeiss y el Instituto Nacional Alemán de Metrología (PTB) en Brunswick han acordado una cooperación científica en el ámbito de la metrología de coordenadas 3D para micropiezas.

Esta cooperación está destinada a la promoción e intensificación de la investigación y el desarrollo en el ámbito de la metrología de coordenadas 3D para la medición de microcomponentes.

La contribución de la empresa Carl Zeiss consiste en una máquina de medición 3D F25 para el aseguramiento de la calidad de micropiezas, que ya ha sido entregada al PTB.

Carl Zeiss y el PTB quieren desarrollar conjuntamente métodos y patrones (piezas de comprobación) para la verificación de máquinas de medición de micropiezas, y para determinar y verificar la incertidumbre de medición.

También está previsto elaborar métodos que permitan ampliar el espectro de aplicaciones de estos sistemas de medición altamente especializados.

El tercer punto clave es el desarrollo de métodos para el manejo y la limpieza de microcomponentes.

Karl Seitz, Jefe del Departamento de Nuevas Tecnologías en la división de Metrología Industrial de Carl Zeiss, realza la importancia de esta cooperación para la empresa: "La micrometrología 3D táctil con sus palpadores miniaturizados y precisiones en el rango nanométrico es un reto para la metrología dimensional". El catedrático Dr. Ernst O. Göbel, Presidente del Instituto Nacional de Metrología Alemán añade: "Estamos seguros de que conjuntamente podemos configurar y sacar adelante la nueva micrometrología 3D".

Socios en la metrología de coordenadas 3D para microcomponentes.

Info 4

Paredes y Silver se alían para la creación de Ropa de Seguridad

La famosa firma ilicitana de calzado, Calzados Paredes y Silver,



empresa dedicada a fabricación, desarrollo y distribución de ropa laboral, han emprendido un proyecto común para la creación conjunta de Vestuario de Seguridad laboral.

Desde principios de 2008, los nuevos productos son desarrollados, fabricados y distribuidos por Silver, a través de la cartera de agentes comerciales de Paredes en exclusiva para España, Portugal, Francia e Italia.

Además, Paredes tendrá la función de testar y controlar mediante sus equipos técnicos las nuevas líneas que vayan desarrollando.

Paredes by Silver, permitirá la creación de una gama alta en vestuario laboral con prendas de elevada calidad bajo un nuevo concepto.

Calzados Paredes, con su área Security lleva 10 años en el mercado, desarrollando y fabricando calzado de máxima calidad para la seguridad en el mundo del trabajo. Sin embargo, su experiencia en ropa de protección laboral era más reducida.

Silver nació como empresa dedicada a la venta exclusiva a distribuidores, pero ha ido creciendo y expandiéndose hasta llegar a la fabricación y desarrollo de pre-



TransAl

L'ALUMINIUM EN TRANSFORMATION

2008

4^{ème} Congrès International
sur l'Aluminium
et le Développement Durable

4th International Congress
on Aluminium
and Sustainable Development

4^º Congreso Internacional
sobre el Aluminio
y el Desarrollo Sostenible

...programme...
Sous la
présidence
d'honneur de
Jean-Roch Guirese,
Directeur d'ESTIA

...program...
Du 22 au
25 juin 2008
Espace Bellevue
Biarritz France
www.transal.net
...programa...



Centre québécois
de recherche et
de développement
de l'aluminium

DES IDÉES EN TRANSFORMATION

tecnalia
Corporación Tecnológica

das de seguridad laboral, entre las que destacan los combinados de alta visibilidad.

Según señala Rafael Paredes, director general de Calzados Paredes: "La unión de las dos carteras, nos va a permitir aumentar nuestro potencial de venta a tal punto, que daremos cobertura al 100% de las necesidades del mercado en cuestiones de vestuario para la seguridad laboral"

La primera serie fabricada bajo esta alianza se ha denominado NITROX y se ha presentado en la última edición de Sicur.

Info 5

testo 425: El nuevo anemómetro para integrar la medición de caudal

El anemómetro compacto testo 425 con sonda térmica y teles-

copio integrado es novedad en el mercado.

El caudal se muestra directamente en el visualizador. El área del conducto de aire se puede configurar de forma sencilla en el instrumento. También se visualiza el valor actual de temperatura.

El cálculo del promedio por tiempo y multipunto proporciona información acerca de los valores de caudal, velocidad y temperatura.

Los valores mínimos y máximos también se pueden mostrar en el visualizador. La función Hold permite fijar los valores actuales de medición en el visualizador.

Info 6

PIROBLOC factura 6 millones de euros en 2007

PIROBLOC, empresa española líder en la fabricación de calderas de fluido térmico de alta calidad, alcanza los 6 MIO de euros de facturación en el ejercicio



2007, lo que supone un 10% de crecimiento en su facturación global.

De dicha cifra, un 65% corresponde a exportación. A este respecto, la compañía ha pasado de un total de 2,9 MIO de euros en 2006 a 3,75 MIO de euros en 2007. Es decir, un incremento de un 30% en mercados exteriores. En este sentido, cabe destacar a países como México, Francia o República Dominicana, donde la compañía ha realizado la mayor



Este libro es el resultado de una serie de charlas impartidas al personal técnico y mandos de taller de un numeroso grupo de empresas metalúrgicas, particularmente, del sector auxiliar del automóvil. Otras han sido impartidas, también, a alumnos de escuelas de ingeniería y de formación profesional.

El propósito que nos ha guiado es el de contribuir a despertar un mayor interés por los temas que presentamos, permitiendo así la adquisición de unos conocimientos básicos y una visión de conjunto, clara y sencilla, necesarios para los que han de utilizar o han de tratar los aceros y aleaciones; no olvidándonos de aquellos que sin participar en los procesos industriales están interesados, de una forma general, en el conocimiento de los materiales metálicos y de su tratamiento térmico.

No pretendemos haber sido originales al recoger y redactar los temas propuestos. Hemos aprovechado información procedente de las obras más importantes ya existentes; y, fundamentalmente, aportamos nuestra experiencia personal adquirida y acumulada durante largos años en la docencia y de una dilatada vida de trabajo en la industria metalúrgica en sus distintos sectores: aeronáutica -motores-, automoción, máquinas herramienta, tratamientos térmicos y, en especial, en el de aceros finos de construcción mecánica y de ingeniería. Por tanto, la única justificación de este libro radica en los temas particulares que trata, su ordenación y la manera en que se exponen.

Iniciamos, pues, estas publicaciones con el volumen I:

"PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ACEROS".

Manuel A. Martínez Baena
José M^o Palacios Repáraz

VOLUMEN 1
Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

ACEROS Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

VOLUMEN 1 Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros

Por Manuel Antonio Martínez Baena
y José María Palacios Repáraz

Disponible el libro
de los Tratamientos Térmicos,
uno de los libros más esperados
dentro del Sector, por sólo
30 euros

Índice general

Presentación	7	Factores que influyen en el revenido	81	Aumento de volumen	158
Prólogo	9	Frigilidad de revenido	83	Otras formas de nitruación	157
PARTE I. INTRODUCCIÓN A LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS ..	17	Revenido de la martensita	88	Nitruación iónica	158
I. Conceptos fundamentales	19	Dureza secundaria	96	Sulfocarbonitración	160
Introducción	19	Bonificado	91	Nitrocianuración	164
Estados alotrópicos del hierro y puntos críticos	19	III. Tratamientos isotérmicos de los aceros	93	Oxianitocarbonación	169
Carbono de hierro. Cementita	22	Introducción	93	Recubrimientos superficiales mediante deposición de capas duras	172
Diagrama hierro-carbono	23	Austempering. Temple bainítico	95	VI. Carbonitración	173
Diagrama de transformación isométrica de la austenita. Diagramas TTT	30	Martempering. Temple diferido martensítico	98	Introducción	173
Diagrama de transformación en enfriamiento continuo. Diagramas TRC	38	Recocido isométrico	100	Características del proceso de carbonitración	177
Templabilidad	39	Patenting. Patentado	100	Atmósferas carbonitrantes empuestas	177
Ensayo de templabilidad Jominy	42	Tratamiento subcrítico	102	Temperatura de carbonitración	178
Barridas de templabilidad	44	Tratamiento ortorrómico	104	Características y naturaleza de las capas carbonitradas	178
PARTE 2. TRATAMIENTOS TÉRMICOS INDUSTRIALES	49	PARTE 3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	105	Tratamientos térmicos utilizables	189
II. Tratamientos térmicos básicos de los aceros	51	IV. Cementación	111	Durezas superficiales aleadas	189
Introducción	51	Introducción	111	Ciclos tipo de carbonitración	182
Ciclos de tratamiento térmico	51	Mecanismos de la cementación	114	Ventaja e inconvenientes de la carbonitración con respecto a la cementación	182
Calentamiento	51	Factores que intervienen en la cementación	116	Austenita retenida en la superficie de las piezas carbonitradas	183
Tiempo a la temperatura de tratamiento	53	Composición química del acero	117	Aceros que normalmente se utilizan en la fabricación de piezas que después van a sufrir el tratamiento de carbonitración	185
Enfriamiento	53	Presencia de carbono	117	VII. Temple superficial	187
Tratamientos térmicos básicos más utilizados	53	Temperatura de cementación	118	Introducción	187
Norma Enzadi	56	Tiempo de cementación. Formación de capa	118	Características de la capa superficial endurecida	188
Recocido	57	Clasificación de los procesos de cementación	123	Temple a la llama. Flameado	190
Recocido de regeneración	58	Cementación sólida. Cementación en caja	123	Temple por inducción	193
Recocido global	59	Cementación gaseosa	125	Temple superficial por rayos láser	194
Recoido subcrítico	61	Cementación líquida	129	Calidad de los aceros para temple superficial	200
Temple	64	Mecanismo y tratamientos térmicos de las piezas cementadas	131	Consideraciones finales	201
Calentamiento	65	Otras formas de cementación: (1) Cementación a baja presión; (2) Cementación iónica; (3) Cementación a alta temperatura	138	Bibliografía	205
Mantenimiento a temperatura de cementación	65	V. Nitruación	143		
Enfriamiento	66	Introducción	143		
Factores que influyen en la cinética del temple	66	Principios generales comunes a los diferentes procesos de nitruación	144		
Etapas del temple	73	Capa de combinación o capa blanda	145		
Etapas de revenido	73	Zona de difusión	148		
Etapas de revenido	74	Nitruación gaseosa	151		
Clases de temple	76	Nitruación líquida o nitruación en sales	153		
Revenido	80				

**Para más información:
Teléfono: 917 817 776
e-mail:**

parte de su cifra de negocios externa.

Para el 2008, PIROBLOC tiene previsto un crecimiento del 10%, con una plantilla de 40 trabajadores. También para el presente ejercicio tiene planificado cambiar sus instalaciones a una nave más amplia, donde dispondrá de más espacio, tanto para el diseño como para la fabricación de sus equipos.

Además de producir calderas de aceite térmico, PIROBLOC extiende sus fabricados a calderas industriales de vapor, calderas de recuperación de gases, calderas de combustibles sólidos e intercambiadores de calor.

La compañía trabaja en todos los campos donde se necesite calor, contando con una amplia experiencia en el sector alimenticio y 1000 referencias en todo el mundo.

PIROBLOC dispone de una configuración departamental compuesta por su propia ingeniería y oficina técnica, dos plantas de fabricación, oficina comercial, así como técnicos de montaje y mantenimiento, completando una plantilla de más de 40 profesionales.

Sus actividades abarcan desde el diseño de sus propios equipos, hasta la fabricación, instalación y puesta en marcha, desarrollando proyectos llaves en mano.

Info 7

Sensores de presión

Los sensores de presión PSA y PSB que comercializa Eprom están diseñados para medir presiones de vacío en atmósferas de gases y fluidos.



Gracias a sus pequeñas dimensiones de 30 x 30 x 38.5 y 54 x 10.2 x 25 mm y al diseño del display de alta resolución pueden instalarse en aplicaciones donde el espacio sea reducido, sin que se vea afectada la visibilidad de las indicaciones del display.

Se caracterizan por la opción de varios modos de salida: analógicas de 1-5VDC, digitales NPN/PNP, con ajuste de histéresis. El tiempo de respuesta ajustable, la función de puesta a cero y la protección del circuito incorporada son también aspectos importantes de estos equipos.

Además ofrecen la posibilidad de medir la presión en diferentes unidades como; bar, Pa, mmHg, mmH₂O, etc.

Info 8

VAPOR LLONCH y ASCAMM firman acuerdo

El Vapor Llonch y la Fundación Privada ASCAMM firman un convenio cuyo objetivo es el de fomentar la innovación y la transferencia de conocimiento hacia el entorno industrial en el que trabaja la Fundación. Las dos entidades pretenden, por tanto, mejorar la competitividad del sector basándose en la innovación en los procesos de diseño y fabricación de productos plásticos y metálicos.



Tanto el Vapor Llonch como ASCAMM plantean este convenio en el marco de sus respectivos planes estratégicos para fortalecer las empresas del territorio a través del impulso de la sociedad del conocimiento y la nueva economía. Las dos entidades apuestan por la investigación y el desarrollo, las tecnologías de la información y la comunicación y el estímulo de los procesos de reforma estructural. Esto posibilitará la modernización del modelo social y la renovación del tejido productivo mediante la inversión en capital humano y la promoción y las iniciativas emprendedoras.

En concreto, a través de este convenio se prevé impulsar actividades conjuntas de formación y transferencia sobre innovación empresarial. En este caso, la voluntad es desarrollar diferentes seminarios, jornadas en el ámbito de la gestión de la innovación y el conocimiento. Al mismo tiempo se prevé el impulso de acciones de difusión sobre las ventajas y aportaciones de los Centros Tecnológicos en la gestión efectiva de la I+D+i, a partir de la experiencia de ASCAMM en el trabajo de este tipo de organizaciones. Estas actividades irán dirigidas especialmente a emprendedores, microempresas y PIMES del territorio.

El convenio con la Fundación ASCAMM tendrá un año de vigencia, y se podrá prolongar automáticamente.

Info 9

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

FUNDI *press*
REVISTA DE LA FUNDICIÓN

Rep Sel[®] Magnasil[®] Mini-flozantes
Compuestos de Progreso Isocyl[®] Bajo Humo
Arane-fibra Isocure Focus[™] Fibras

ASHLAND CASTING SOLUTIONS

MOLD *press*
LA REVISTA DE MOLDES Y MATRICES

Con nuestros clientes y *Nadcap*
llegaremos más lejos

Accredited *Nadcap*

Industria Try Inconce a la industria
de activos de manufactura
• La innovación por encima de todo
• Premio de calidad de última generación
• Más productividad de producción
• Asesoramiento de expertos
• Asesoramiento de expertos tecnológicos

SURFAS *press*
REVISTA DEL TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

Equipos de
chorreado en Seco

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.
C/ Orens, 19 • E-28013 Barajas • T. 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26
www.abrasivosymaquinaria.com

TRATER *press*
REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

Soluciones
insertec
Hornos & Refractarios para el Tratamiento Térmico

www.insertec.biz

PEDECA *press* Publicaciones
S O M O S S U M E D I O

La nueva turbina de granallado

Wheelabrator Group ha desarrollado una nueva generación de turbinas que aumentan tanto el rendimiento como la vida útil y facilidad de mantenimiento. Son las turbinas TITAN® cuyas principales ventajas son:

1. Un mayor rendimiento en el granallado.
2. Aumento de la vida útil de las “Piezas de desgaste”.
3. Reducción del mantenimiento.
4. Un menor nivel de ruido y desgaste.
5. Variantes multi-opcionales.
6. Normalización.

Mejora del rendimiento del chorreado

Las turbinas TITAN incrementan la eficiencia mejorando el área de granallado, disminuyendo el consumo de materiales, y reduciendo el consumo energético y el tiempo de inactividad.



A su vez, se mejora la calidad del producto y se consigue que dicha calidad sea uniforme, se reducen los cuellos de botella productivos, se aumenta la puntualidad de las entregas y se mejora la satisfacción de los clientes.

Aumento de la vida útil de las “Piezas de desgaste”

Los elementos de la turbina TITAN han mejorado en gran medida respecto a los anteriores elementos de la turbina de granallado.

Una mejor calidad de los elementos aumentará la duración, mejorará el rendimiento del trabajo durante más tiempo, disminuirá el tiempo de mantenimiento y el tiempo de inactividad de la máquina y, por lo tanto, reducirá sus costes y mejorará aún más su eficiencia, aumentando el nivel de satisfacción de todos.

Reducción del tiempo de mantenimiento y los costes

Las turbinas TITAN incluyen numerosas características que facilitan e incrementan la rapidez del mantenimiento.

El "Sistema de cambio rápido" ofrece una accesibilidad óptima, y la estandarización de la carcasa de granallado permite una máxima flexibilidad.

El mantenimiento es tan sencillo que no necesitará disponer de ingenieros de alta cualificación para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento y se sentirá todavía más autosuficiente cuando vea el paquete de formación y de repuestos.

Una vez más, estas características permitirán ahorrar tiempo y dinero, lo que se traduce en más beneficios para las empresas.

Reduce ruido y desgaste

El aumento de espacio existente entre el disco portapaletas y la placa de desgaste disminuye el des-

gaste y provoca una reducción en el nivel de ruido que procede de la carcasa, lo que a su vez se traduce en una mejora en las condiciones de trabajo de empleados de producción y mantenimiento.

Un éxito tecnológico

Los ingenieros de diseño de Wheelabrator Group han ensayado minuciosamente la nueva turbina TITAN.

Las turbinas están siendo usadas en diferentes sectores, en diferentes aplicaciones, patrones de granallado y componentes.

Instaladas en multitud de empresas, desde aeroespaciales de alta tecnología hasta fundiciones, las turbinas TITAN son un éxito tecnológico.

Tal vez, la parte más importante del programa de investigación y desarrollo fue el minucioso programa de ensayos de todas las demás turbinas existentes en el mercado.

El equipo de I+D en Wheelabrator Group estaba decidido a desarrollar la mejor turbina disponible en la actualidad y lo ha conseguido con la turbina TITAN.



MODELOS VIAL, S.A.
 UTILLAJE PARA FUNDICIÓN
 FOUNDRY PATTERNS AND TOOLINGS



MODELOS Y UTILLAJES DE PRECISIÓN POR CAD-CAM

MODELOS EN

Madera, Metal, Plástico y Poliestireno, Coquillas de Gravedad, Coquillas para Cajas de Machos Calientes, Modelos para el Sector Eólico.



Larragana, 15 01013 Vitoria/Gasteiz Alava (Spain)

Tel.: 945 25 57 88 (3 líneas) Fax 945 28 96 32

e-mail: modelosvial@modelosvial.com - e-mail Departamento técnico: tecnica@modelosvial.com

Visítenos en: www.modelosvial.com

Veá más con la nueva cámara termográfica Testo

Con aproximadamente 20.000 valores de medición, concretamente 160 x 120 píxels interpolados a 320 x 240 píxels, la cámara termográfica testo 880 facilita los diagnósticos más fiables en un claro visualizador de 3.5" a pantalla completa, sin limitaciones debido a barras de menús.

El registro incluso de las diferencias más pequeñas de temperatura queda garantizado por el uso de una óptica de germanio de elevada calidad en la que incide de forma perfecta la radiación IR.

La electrónica desarrollada especialmente para la óptima utilización del detector y la resolución térmica de $< .01$ °C, es decir, la exactitud relativa entre píxels (NETD), proporciona una imagen de alta definición y calidad.

El objetivo estándar de 32° se puede intercambiar por un teleobjetivo de 12°, lo que permite adaptar la imagen del testo 880 a los diferentes tamaños y distancias del objeto medido.

Para evitar que la lente se raye o se ensucie, hay disponible un filtro IR también fabricado en germanio.

La distancia mínima de enfoque de 10 cm es una prestación única entre todas las cámaras termográficas.

Además, dispone de una cámara digital integrada para tomar imágenes reales para complementar la



imagen termográfica y agregar ambas en pantalla y en informes gracias a la función de doble imagen, lo que facilita mucho la interpretación de la documentación.

Otra característica única en el campo de la termografía es la presentación en pantalla de la humedad superficial mediante la medición de humedad y el cálculo de los parámetros, lo que permite la rápida localización de focos con riesgo de aparición de moho en tiempo real; para ello sólo hay que conectar una sonda de humedad de las disponibles dentro de la gama Testo.

El sencillo manejo también contribuye a unos resultados perfectos: funcionamiento con una sola mano mediante enfoque motorizado y joystick de 5 posiciones para navegar a través del menú y la galería de imágenes; dos teclas de acceso rápido a las funciones más importantes; gestión de los datos directamente en la cámara o en el PC mediante el software incluido, que dispone de posibilidades de análisis ampliadas y función de creación de informes.

El nuevo testo 880 se ofrece en tres versiones, cada una con un rango de funciones y prestaciones adaptado a cada área de aplicación.

Las cámaras termográficas se utilizan para la inspección, prevención y mantenimiento. Se usan para controlar la producción, y también para emitir diagnósticos técnicos.

Una cámara termográfica detecta anomalías, lo que posibilita la búsqueda de posibles fallos y anticipar las medidas correctivas.

Se pueden comprobar materiales y componentes sin interferir en el funcionamiento y detectar zonas problemáticas antes de que se produzca un error.

Mientras otros métodos suponen la parada de la producción o el desmontaje del sistema, con el testo 880 basta con un solo vistazo.

IDINOVA

FERIA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

SOFTWARE: modelado 3D, CAD, CAM, CAE, PDM, VR
 MATERIALES Y COMPONENTES: modelaje, prototipado rápido, composites y poliéster, placas y metales mecanizables, espumas mecanizables, adhesivos, moldeo y fundición, metales en general, plásticos en general, yesos cerámicos, herramientas especiales, otros componentes y otros materiales. EMPRESAS DE SERVICIOS: diseño de producto, ingeniería de diseño, ingeniería de procesos, consultoría, modelos y prototipos. INDUSTRIA AUXILIAR: moldeo de precisión (AF), plásticos reforzados (RTM), RIM, fabricación directa de moldes, inyección de plástico, electroerosión, termoconformado, mecanizados (incluido MAV), matricería y troquelados, forja, calada bajo vacío de resinas, digitalización 3D, impresión 3D, tratamientos térmicos, otros tratamientos, litografía, ENTIDADES: empresas tecnológicas, organizaciones empresariales, centros de investigación, asociaciones, administraciones públicas, universidades, centros de formación. MAQUINARIA: maquinaria herramienta, maquinaria para extrusión y husillos, etc. MODO DE ACCESO: INTERMOLDE, SOFTWARE, MATERIALES Y COMPONENTES: prototipado rápido, composites y poliéster, placas y metales mecanizables, espumas mecanizables, adhesivos, moldeo y fundición, metales en general, plásticos en general, yesos cerámicos, herramientas especiales, otros componentes y otros materiales.

DEL 7 AL 9 DE MAYO



IDINOVA //
 FERIA DE INVESTIGACIÓN,
 DESARROLLO E INNOVACIÓN

Pabellón I

HORARIO de 10:00 a 20:00 h.
 Último día de 10:00 a 19:00 h.



N-340, Km 731. 03200 Elche (Alicante)
 Tel. 96 665 76 00 · Fax. 96 665 76 30
 www.feria-alicante.com

Case History: Tecnopress S.p.A.

Estamos en Monticelli Brusati, un pequeño municipio de la zona montañosa de la Franciacorta. Cerca de aquí, se producen algunos de los vinos italianos más nombrados del mundo, símbolo de la típica capacidad productiva bresciana. Éste es el espíritu que ha permitido al señor Romano Bettinsoli dar vida a una de las empresas más acreditadas en la tecnología de la fundición a presión, Tecnopress. Con orgullo y satisfacción nos muestra su fábrica.

—¿Cómo ha decidido emprender esta carrera?

—RB: Por pasión. Hace 30 años teníamos una empresa que realizaba tratamientos de acabados para productos de fundición a presión. Desde entonces he tenido un cierto interés por la tecnología de la fundición a presión, hasta el punto que un día me he hecho una pregunta: ¿por qué no probar e invertir directamente en el mundo de la fundición? Y aquí estoy.

—¿Cuándo inició entonces la fábrica en la que nos encontramos?

—RB: En 1989 adquirimos el terreno, que en aquel entonces era un campo de maíz; una locura, pensé

en su día, pero la vida está echa de momentos en los cuales no hay tiempo para reflexionar mucho, porque se corre el riesgo de perder el momento. En marzo de 1990 comenzamos los trabajos del primer lote y a final de ese agosto el traslado estaba realizado. Después de vacaciones empezamos la producción sin interrupción.

La fábrica, hoy, tiene una superficie total de 20.000 m², de los cuales 9.500 m² se hallan cubiertos. Tenemos aproximadamente 100 dependientes que trabajan ininterrumpidamente en tres turnos. Tenga presente que, además de la fundición, tenemos también un área destinada a tratamientos superficiales y a elaboraciones mecánicas, así realizamos los productos de forma acabada. Además, nos ocupamos directamente del proyecto de diversos moldes: en resumidas cuentas, tratamos de trabajar a 360 grados.

—¿Cuáles son sus sectores de venta?

—RB: Cubrimos diversos tipos de productos: Electrodomésticos, motores eléctricos, iluminación y aeronáutica cubren alrededor de la mitad de nuestra producción; la restante está totalmente dedicada a la automoción. Producimos diferentes componentes directamente para algunas de las más grandes industrias automovilísticas europeas, situadas también en Alemania. Por tanto, puede comprender lo importante que es para nosotros obtener unas piezas cualitativamente elevadas y responder a las especificaciones requeridas por nuestros clientes.



Fábrica de Tecnopress de Monticelli Brusati.



La primera TF de la historia Italt Presse instalada en 2005 en la fábrica Tecnopress de Monticelli Brusati.

—¿Cómo está formado tu parque de maquinaria?

—RB: Tenemos un grupo de 14 máquinas, todas fabricadas por Italt Presse Industrie, con tonelaje que varía de 300 a 1100 toneladas. Efectivamente podemos considerarnos su cliente de “confianza”.

—Su firma ha sido la primera en haber comprado una máquina TF sin rodillera. ¿Qué les ha inducido a semejante paso?

—RB: Digamos que ha sido una apuesta. Con Italt Presse Industrie hemos tenido siempre una óptima colaboración y un diálogo continuo. Sabíamos que tenían este proyecto y nos parecía interesante: ellos tenían necesidad de probar la máquina sobre el terreno y nosotros de una innovación que pudiese mejorar nuestra productividad.

—¿Qué fuerza de cierre tenía la primera máquina TF?

—RB: La fuerza de cierre desarrollada era equivalente a 750 toneladas. La máquina fue instalada en

septiembre de 2005 y desde entonces no ha parado de trabajar.

—¿Sin interrupciones?

—RB: Haciendo un cálculo rápido, pienso que haya estado parada en total solamente una semana, lo justo para las pequeñas intervenciones de mantenimiento ordinario. Tratándose de un prototipo y considerando que ha estado operativa durante dos años a tres turnos diarios, puedo confirmar que los proyectistas han desarrollado un buen trabajo. Han sido necesarios solamente unos pequeños ajustes y pequeñas modificaciones que hemos podido apreciar en la máquina siguiente.

—¿Por qué habéis comprado otra máquina TF?

—RB: Vistos los óptimos resultados con la primera experiencia no había motivo para no hacerlo, como puede confirmarle el señor Valter Zanetti, responsable de la oficina de compras de Tecnopress.

—VZ: Efectivamente el impacto con la TF ha sido

más que positivo. Primero, la ausencia de la rodillera permite que la máquina sea más ligera y menos dimensionada, dado que hoy el espacio es un recurso fundamental, la TF responde bien a esta necesidad. Además, gracias al sistema de cierre oleodinámico, existen menos problemas de desgaste de los componentes mecánicos, tanto que las intervenciones de mantenimiento han sido mínimas. Esto se traduce operativamente en una disminución de los paros de máquina: la consecuencia representa un aumento de la productividad y la reducción de los costes de gestión.

—*La duración del ciclo es otro aspecto básico para la productividad ¿qué habéis observado?*

—VZ: Hemos notado rápidamente una reducción del tiempo completo de aproximadamente 2-3 segundos. Ya se puede imaginar lo que puede significar este valor relacionado a 24 horas de trabajo seguidas. Es cierto que el cierre de la máquina ya no se obtiene por un solo movimiento (el de la rodillera n.d.r.), pero en esta fase la TF resulta ser, en conjunto, más rápida y lineal.

—*¿Y por lo que respeta el funcionamiento completo?*

—VZ: Pienso que el punto de fuerza de la TF reside en el echo de que permite un cierre del molde más estable y uniforme. Respeto a la nueva máquina de 1000 toneladas, de momento estamos utilizando el mismo molde instalado anteriormente en una 1100 toneladas con rodillera. Y bien, si anteriormente el molde tendía a abrirse produciendo cierta cantidad de rebaba, ahora esta rebaba no se forma tampoco después de numerosos ciclos, especialmente con la presencia de carros móviles. El motivo es que en el sistema de bielas y bulones se crean inevitablemente juegos que con el tiempo, a causa del desgaste, tienden a acentuarse. Para reducir este efecto es necesario realizar periódicamente la regulación del paralelismo entre platos. En el caso de la TF este problema no ocurre, dado que los cuatro cilindros que realizan la fuerza de cierre son gestionados en modo independiente garantizando la continua adecuación de la máquina. En la práctica, la TF se autorregula continuamente y sigue con continuidad las deformaciones del molde.

—*Habéis hablado de los cilindros de cierre ¿Os habéis encontrado alguna vez con problemas de estanqueidad u otros?*

—VZ: No, no hemos tenido ningún problema y lo mismo podemos decir para los encoder que controlan su recorrido. No obstante y aunque el am-

biente de la fundición sea bastante severo, todos los componentes electrónicos instalados están protegidos adecuadamente. Parece que la máquina, una vez cerrada, sea absolutamente hermética: en la practica, no se mueve.

—*¿Podemos por tanto hablar de una máquina “equilibrada”?*

—RB: Sin lugar a duda. La consecuencia más relevante del nuevo sistema de cierre es que las columnas trabajan de manera uniforme, porque la máquina garantiza el paralelismo entre platos. Esta explicación encuentra su confirmación por la ausencia de roturas: dado que sobre las columnas se descargan todas las fuerzas ejercitadas, ellas son la parte mecánica mayormente solicitada. Por experiencia sabemos bien que se pueden verificar ciertos decaimientos, especialmente en correspondencia con los filetes. En las columnas de la TF esto todavía no ha ocurrido, señal de una distribución homogénea de las fuerzas.

—*A propósito de los filetes ¿han encontrado problemas en lo que respeta a suciedad u otros?*

—RB: No, porque en la luz entre platos están adecuadamente protegidos por cárters fijados en el plato móvil y en la zona de cierre no se acumula suciedad u otros agentes que podrían dañarlos.

—*En general, ¿podríamos hablar de un mantenimiento reducido?*

—RB: Diría que sí. Para todas nuestras máquinas está previsto un programa de mantenimiento preventivo, porque es nuestro interés reducir al mínimo las averías más graves que podrían llevar a un paro de la producción. Nuestro responsable, el señor Eugenio Riccardi, ha notado con la TF la aportación de mejoras notables.

—ER: Efectivamente, la ausencia de la rodillera hace que nuestra función sea menos gravosa. Por cuanto respeta al sistema de cierre, la zona de acceso es libre y abierta, de tal manera que facilita nuestra intervención y todas las operaciones que debemos desarrollar. Además, si una máquina necesita un ensamblaje simple, no siempre puede decirse lo mismo de la operación inversa de desmontaje: por el contrario, en este caso, puedo confirmarle que estamos satisfechos de la racionalidad de cómo han sido proyectados los diversos grupos de la máquina TF.

—RB: Efectivamente, respecto a otras soluciones, I-

talpresse Industrie, quizás es la firma que ha conseguido realizar el proyecto más simple y sin pérdida de funcionalidad de la máquina.

Al contrario, siempre las cosas más simples son las que funcionan mejor.

—¿Así que para el personal no ha sido complicado adaptarse al nuevo sistema?

—RB: Dejando a parte el hecho de que nuestros operarios son todos profesionalmente cualificados, el principio de funcionamiento de la máquina sin rodillera es simple y los controles para su gestión facilitan su utilización.

—En definitiva, señor Bettinsoli, ¿se siente satisfecho de la inversión realizada?

—RB: Sí. He apostado por este proyecto y hasta ahora he tenido la razón. Sólo el tiempo podrá desmentirme, aunque tengo serias dudas al respecto.



GRANALLADORAS

COGEIM S.M.L. EUROPE

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.

Sesión Técnica: “Últimos desarrollos y aplicaciones en ADI”

Por Instituto de Fundición TABIRA

El pasado 24 de Enero tuvo lugar en el Centro de Fundición AZTERLAN la sesión técnica “Últimos desarrollos y aplicaciones en ADI”, actividad dirigida exclusivamente a los socios del Instituto de Fundición TABIRA, que contó con la asistencia y participación de 26 profesionales y técnicos de la industria pertenecientes a 14 empresas.

Desde el Instituto de Fundición TABIRA consideramos oportuno aprovechar la visita de los responsables y técnicos de la empresa ADI Treatments Ltd. (líder europeo en tratamientos ADI ubicado en el Reino Unido), para organizar una sesión de trabajo que nos permitió visualizar la evolución de estos materiales, tanto desde el punto de vista de las tecnologías de tratamiento, como de las nuevas aplicaciones y perspectivas de futuro.

El Sr. Julián Izaga (Director de Tecnología de Azterlan) realizó una brillante exposición acerca de las características de los materiales ADI y las distintas calidades normalizadas.

Las propiedades de estos materiales vienen definidas por el tipo de ausferrita y la proporción bainita/austenita, en las que la temperatura de transformación isotérmica juega un papel fundamental.

La presentación del Sr. Simon Day (Director Gerente de la empresa ADI Treatments Ltd.) estuvo centrada en la tecnología del tratamiento térmico, dando a conocer las características y los parámetros clave del proceso, así como las capacidades de tratamiento de sus instalaciones. En la actualidad cuentan con el mayor horno de tratamiento de pie-



Sr. Julián Izaga. Azterlan.

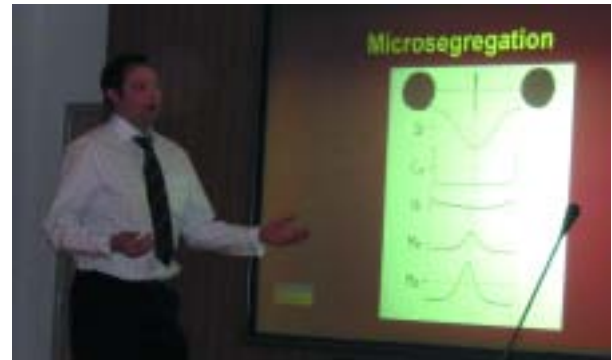


Sr. Julián Izaga. Azterlan.

zas ADI del mundo, pudiendo tratar componentes fundidos de hasta 6.000 kg.

El Sr. Arron Rimmer (Director Técnico de la empresa ADI Treatments Ltd.) centró su intervención en dar a conocer las características avanzadas de los materiales ADI y su comparación con otros materiales (aluminio, acero, ...), presentando a continuación una serie de ejemplos y desarrollos concretos de piezas ADI para la industria de automoción, vehículos industriales, construcción y minería, sector agrícola, ferrocarril, sector eólico, ... etc.

Tanto los contenidos técnicos, como la visión práctica e industrial en aplicaciones y desarrollos de piezas, resultaron de gran interés para el conjunto de los asistentes.



Mr. Arron Rimmer. ADI Treatments Ltd. (U.K.).

Desde el Instituto de Fundición TABIRA seguiremos potenciando este tipo de sesiones de trabajo, con el principal objetivo de compartir y desarrollar el conocimiento y la tecnología en nuestra industria fundición.

TP TALLERES DE PLENIA, S.L. HORNOS INDUSTRIALES

- ~ Para tratamientos térmicos.
- ~ Fusión de aluminio y sus aleaciones.
- ~ Filtros para aluminio. Colada intermitente.
- ~ Secado y polimerización con renovación gradual de aire.
- ~ Adaptación de instalaciones a nuevas fuentes de energía.
- ~ Automáticos y de cinta sin-fin.
- ~ Aplicaciones termo-eléctricas.
- ~ Cerámica.



C/ Olabide, nº 17
48600 Sopelana • Vizcaya (España)
Telfs: +34 94 676 68 82 • +34 34 676 68 95
Fax: +34 94 676 69 12
hornos-tp@hornos-tp.com

www.hornos-tp.com

Medida de temperatura por infrarrojos

Medir la temperatura del metal fundido es un proceso lento y discontinuo. El uso de termopares puede ser caro y peligroso. El nuevo Meltmaster es rápido y preciso, fácil de utilizar y sin contacto con el metal líquido.

El nuevo termómetro portátil sin contacto Meltmaster de Land Instruments International ha sido diseñado para su uso exclusivo en fundiciones. Su uso reduce significativamente el uso de termopares y cañas de inmersión.

El termómetro 'Meltmaster' utiliza un modo de medida avanzado y procesamiento de rechazo de ruido que implica la medida de temperatura real del metal líquido. Se pueden mostrar 4 medidas simultáneamente, pico, promedio, continuo y Meltmaster.

De manera segura y fiable mide la temperatura del metal fundido en hornos de fusión o durante el volcado sin interrumpir el proceso. Puede ayudar a reducir costes de operatividad mientras se mejora la calidad de la fundición.

La utilización del Meltmaster no puede ser más fácil, se necesita únicamente una mano para su funcionamiento. Visualizar el metal líquido a través del visor, pulsar el gatillo y la medida está ahí en 30ms. Puede transferirse a un sistema de adquisición de datos, conectado vía Bluetooth o RS232.

El Meltmaster está diseñado para ambientes de fundiciones, es robusto y resistente al calor, funciona con batería y dispone de varios accesorios opcionales.



Libro “Materiales refractarios y cerámicos”

Por Luis F. Verdeja, José P. Sancho y Antonio Ballester

El avance espectacular de la industria siderometalúrgica y de materiales en las últimas décadas ha estado de alguna forma determinado por la “revolución silenciosa” de los productos utilizados en el diseño y la construcción de los revestimientos que contactan con fluidos corrosivos. Esta obra responde a la demanda de libros de texto en lengua española sobre ciencia y tecnología de materiales estructurales no metálicos (refractarios, cerámicos y vidrios), en cuyo conocimiento integra los avances obtenidos en los materiales metálicos.

Para ello, se pueden diferenciar dos partes fundamentales. En la primera se revisan las características del enlace, la estructura y las propiedades de los materiales, y en la segunda se proyectan sus aplicaciones más notables. Además, la inclusión de 126 ejercicios ayudará a los lectores a aplicar el saber científico en la solución de problemas tecnológicos, un enfoque poco habitual para el desarrollo de estos conocimientos.

Luis F. Verdeja y José P. Sancho son catedráticos del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica en la ETSI de Minas de la Universidad de Oviedo, y Antonio Ballester es catedrático del mismo área de la UCM.

Luis F. Verdeja y José P. Sancho son catedráticos del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica en la ETSI de Minas de la Universidad de Oviedo, y Antonio Ballester es catedrático del mismo área de la UCM.

Índice:

Prólogo.

FACTORES DE CONVERSIÓN DE UNIDADES.

1. REFRACTARIOS Y CERÁMICOS.

- 1.1. Introducción
- 1.2. Criterios de clasificación
- 1.3. Compuestos cerámicos en la Ciencia de Materiales.

Bibliografía.

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES.

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Enlace químico y estructura.
- 2.3. Tamaño de grano.

Bibliografía.

3. TRANSFORMACIONES EN ESTADO SÓLIDO.

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Transformaciones difusionales y por desplazamiento.
- 3.3. Tenacidad en refractarios y cerámicos.

Bibliografía.

4. MECANISMOS DE AGLOMERACIÓN.

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Aglomeración hidráulica, orgánica y química.
- 4.3. Sinterización cerámica.

Bibliografía.



5. PROPIEDADES QUÍMICO-FÍSICAS.

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Propiedades químicas.
- 5.3. Densidad.
- 5.4. Porosidad y permeabilidad.
- 5.5. Dilatación lineal.
- 5.6. Calor específico.
- 5.7. Conductividad térmica.

Bibliografía.

6. PROPIEDADES MECÁNICAS.

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Constantes elásticas.
- 6.3. Refractariedad.
- 6.4. Ensayos de resistencia mecánica.
 - 6.4.1. Resistencia mecánica en frío.
 - 6.4.2. Ensayo de tenacidad a la fractura.
 - 6.4.3. Resistencia mecánica en caliente.
- 6.5. Resistencia al choque térmico.

Bibliografía.

7. CRITERIOS PARA EL DISEÑO CON MATERIALES CERÁMICOS.

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Paradoja del límite elástico.
- 7.3. Criterios de resistencia en frío y caliente.
- 7.4. Modelos de comportamiento viscoelástico de materiales.

Bibliografía.

8. CORROSIÓN DE REFRACTARIOS Y CERÁMICOS.

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Aspectos termodinámicos.
- 8.3. Cinética de corrosión.
- 8.4. Mecanismos de corrosión. Modelo de desgaste nodal.

Bibliografía.

9. MATERIALES DEL SISTEMA SÍLICE-ALÚMINA.

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Refractarios de sílice.
 - 9.2.1. Propiedades y aplicaciones.
- 9.3. Es estado vítreo.
 - 9.3.1. Vidrios de sílice.
- 9.4. Refractarios sílico-aluminosos.
 - 9.4.1. Propiedades y aplicaciones.
 - 9.4.2. Reología de las arcillas.
 - 9.4.3. Sialones.

9.5. Refractarios aluminosos y de corindón.

- 9.5.1. Propiedades y aplicaciones.

Bibliografía.

10. MATERIALES BÁSICOS.

- 10.1. Introducción.
- 10.2. Refractarios de magnesita.
 - 10.2.1. Propiedades y aplicaciones.
- 10.3. Refractarios de dolomía.
 - 10.3.1. Propiedades y aplicaciones.

Bibliografía.

11. ESPINELAS.

- 11.1. Introducción.
- 11.2. Propiedades y aplicaciones.

Bibliografía.

12. MATERIALES CARBONOSOS.

- 12.1. Introducción.
- 12.2. Materiales de carbono-grafito. Propiedades y aplicaciones.
- 12.3. Materiales de carbono-diamante. Propiedades y aplicaciones.
- 12.4. Materiales compuestos de matriz cerámica.
- 12.5. Nanomateriales.

Bibliografía.

13. MATERIALES BASE SILICIO.

- 13.1. Introducción.
- 13.2. Materiales de carburo de silicio. Propiedades y aplicaciones.
- 13.3. Materiales de nitruro de silicio. Propiedades y aplicaciones.
- 13.4. Estadística de Weibull.

Bibliografía.

14. MATERIALES BASE CIRCONIO.

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Materiales de silicato de circonio. Propiedades y aplicaciones.
- 14.3. Materiales de óxido de circonio. Propiedades y aplicaciones.
- 14.4. Biomateriales.
- 14.5. Barreras térmicas.

Bibliografía.

ÍNDICE DE MATERIAS.

Válvulas electromagnéticas de larga duración en formato XL

Por David Agustí Montins

Kromschroeder presentó en la última edición de la Thermprocess en Dusseldorf, su nueva gama de válvulas electromagnéticas en formato XL (desde DN65 hasta DN125), que se suman a las ya existentes valVario convencionales, con unos diámetros de conexión que van desde DN10 a DN65.

Al igual que sus versiones mas pequeñas, esta tecnología de válvulas apta para Gas Natural, GLP y Biogas, disponen de la funcionalidad y versatilidad gracias a la posibilidad de montar sobre estos elementos, com-

ponentes de seguridad y control del estilo de presostatos, controles de estanqueidad, válvulas electromagnéticas de Bypass de diferentes diámetros, manómetros, tomas de presión, ... lo que supone una reducción de forma sustancial en el tamaño de las instalaciones, así como de los tiempos de diseño y montaje, lo que se traduce en un ahorro en los costes.

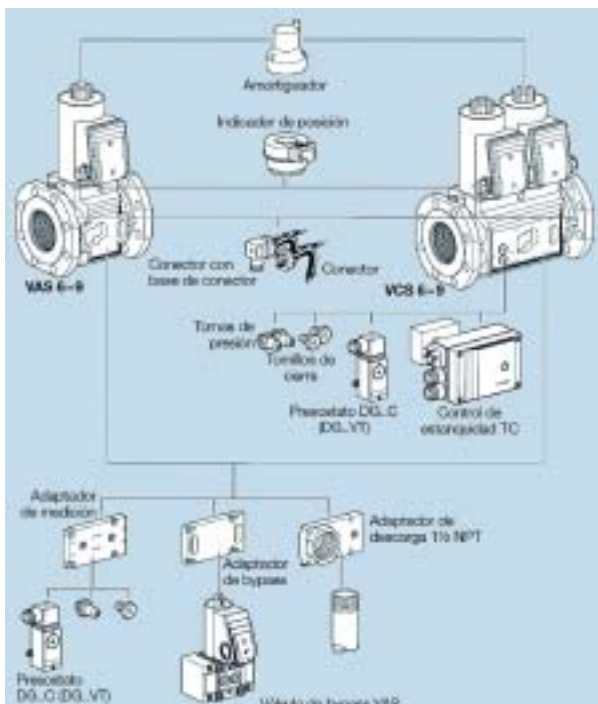


Estos elementos, incorporan una serie de funcionalidades por defecto en todas sus versiones como son el ajuste de caudal, un indicador luminoso LED de color azul que indica presencia de tensión eléctrica y una presión máxima de 500 mbar.

La novedad en este nuevo gran tamaño, es la posibilidad de disponer en un solo bloque de dos electroválvulas (rápida-rápida, rápida-lenta, lenta-rápida o lenta-lenta) que se traduce en un ahorro de espacio y una compacidad aún mayor.

El diseño del doble asiento de esta familia de válvulas, permite reducir la pérdida de carga que el elemento introduce en la línea a casi la mitad, facilitando la toma de decisión del diámetro nominal o incluso reduciéndolo.

Esta familia de válvulas de Clase A dispone, también, de la opción de poder incorporar un control de posición con contactos normalmente abierto y normalmente cerrado, que a su vez es indicador visual de apertura de la misma.



El “agua libre” contenida en las arenas de moldeo en verde

Por José Expósito. Ex Director Técnico jubilado de Laviosa-Promasa

La denominada “agua libre” de las arenas de moldeo en verde, tiene una mayor velocidad y una menor temperatura de evaporación que el resto del agua contenida en la arena de moldeo (agua rígida), y como consecuencia de ello, además de otros factores tales como: Índice de finura AFS/GFN de la arena, compactación del molde, velocidad y temperatura del metal durante la colada, salidas de gases tanto en los moldes como en los machos, etc. puede favorecer la aparición de penetraciones metálicas debidas a explosiones en los moldes, sopladuras, mal acabado superficial y defectos superficiales tipo expansión.

Aquí se da una definición de este “agua libre” y un posible método para determinar si una arena de moldeo en verde la contiene y cuantificar la misma.

Para una dada composición de la arena de moldeo, independientemente del tipo o porcentaje de bentonita, con mezclas fuertemente mezcladas/malaxadas, la presencia de agua en exceso de la que es necesaria para establecer el punto de mínima densidad a granel tamizada (60% de Compactabilidad), es la denominada “agua libre”.

Este tipo de agua anteriormente mencionada, es la que fundamentalmente está contenida en las denominadas “esponjas de humedad”, constituidas principalmente por la bentonita “quemada” además del producto carbonoso “coquizado”.

Alguna cantidad de agua libre¹ (se dice que hasta un 0,2%), es adecuado porque ello ayuda a mantener la humedad en la arena de moldeo, y también

a reducir las caídas de compactabilidad debido a las pérdidas de humedad.

No obstante, ni en la literatura técnica arriba mencionada, ni en otras informaciones tales como en “Mold & Core Test Handbook 3 rd Edición AFS (2001) u otras Recomendaciones de ensayos de Arena de Moldeo en Verde, conocidos por el autor, se indica algún método de ensayo a emplear para la determinación de este contenido, y es por lo que se propone un posible método, para poder ser aplicado en los Laboratorios de Ensayos de las arenas de Moldeo en Verde.

Este exceso de agua que supone el “agua libre”, se puede observar o no al “tacto” o con una determinación de la Compactabilidad.

Las arenas de moldeo en verde con: Bajas Eficiencias de procesado, alta cantidad de arcilla AFS y altas temperaturas, pueden parecer que están “secas” o incluso en su “punto adecuado” de Compactabilidad, a pesar del hecho de que la arena de moldeo, pueda realmente contener un exceso del agua necesaria para la bentonita y aditivos.

Esto es debido a que las arenas con las características arriba indicadas, contienen gran parte del agua libre en las denominadas “esponjas de humedad” y si esta arena es sometida a un intenso mezclado/malaxado, este agua es introducida entre las láminas de bentonita haciendo así que la real relación agua/bentonita aumente (lo cual significa un aumento del porcentaje de Compactabilidad) y esto hace que se reduzca o incluso se elimine el agua libre contenida en las “esponjas de humedad”.

Para la obtención de arenas de moldeo en verde, con poca o una adecuada cantidad de “agua libre” se debe poner atención a lo siguiente:

1. Las arenas de moldeo con bajas Eficiencias de procesado, hacen que el sistema de arenas de moldeo pueda estar empleando un exceso de agua para alcanzar el porcentaje de Compactabilidad deseado.

En opinión del autor, las arenas de moldeo deberían contener un máximo del 40% de Aglutinante Latente, o lo que es lo mismo del 60% de Eficiencia de procesado.

Afortunadamente, en la actualidad, en los sistemas de preparación de arenas de moldeo en verde en las mismas, el contenido en Aglutinante Latente típicamente es < al 35% o lo que es lo mismo > al 65% de Eficiencia de Procesado.

Al efecto remitimos al lector al artículo² aparecido en Fundipress.

2. Alto contenido en arcilla AFS, y en especial de la cantidad de finos inertes que actúan como “esponjas de humedad” que absorben agua.

El contenido en finos inertes recomendado para el moldeo a media y baja presión (< 7.- Kgr/cm²) puede ser del 3 al 6%, y para el moldeo a alta presión (> 7.- Kgr/cm²) del 2 al 5%.

3. Altas temperaturas en las arenas de moldeo. Idealmente esta temperatura debería ser < 40 °C y no superior a > 49 °C.

En cuanto que las condiciones de la arena de moldeo sean estables, el porcentaje del agua necesario no cambia, pero variaciones en los parámetros arriba indicados pueden originar un cambio en el nivel de Humedad, para una dada Compactabilidad.

Los resultados de los ensayos de Compactabilidad y Humedad³, se combinan para formar uno de los mejores indicadores de la regularidad de la arena de moldeo en verde, especialmente para su empleo en el moldeo a alta presión.

Un método fácil para el seguimiento de este indicador, es el relacionar el % de Compactabilidad y el % de Humedad sobre una misma gráfica, multiplicando el % de Humedad por 10. Si el sistema está bajo control, ambos valores formarán líneas que deberían ser lo más paralelas posibles entre sí.

Si se producen desviaciones en las relaciones/gráficas en ambos valores:

- 1) Si no varía el % de Compactabilidad y se reduce el valor del % Humedad por 10, esto significa que:

- a) Disminuye el % de Aglutinante Disponible, en especial el % de Bentonita por Azul de Metileno.

Y/o

- b) Se ha aumentado el % de la Eficiencia de procesado (mayor % de Aglutinante Trabajado).

Y/o

- c) Se ha reducido la temperatura de la arena de moldeo.

Si aumenta el % de Compactabilidad, pero se mantiene el valor del % de Humedad por 10, esto es debido también a lo arriba indicado.

- 2) Si no varía el % de Compactabilidad y se aumenta el valor del % de Humedad por 10, esto significa que:

- a) Un aumento del % de Aglutinante Disponible, en especial el % de Bentonita por Azul de Metileno.

Y/o

- b) Se ha reducido el % de Eficiencia de procesado (menor % de Aglutinante Trabajado).

Y/o

- c) Se ha aumentado la temperatura de la arena de moldeo.

Si disminuye el % de Compactabilidad, pero se mantiene el valor del % de Humedad por 10, esto es debido también a lo arriba indicado.

En las fundiciones USA³, en líneas generales y para el moldeo a alta presión, se indica que el valor del % de Humedad por 10, debe ser inferior al % de Compactabilidad. Esto normalmente se consigue con un contenido en Aglutinante Disponible del 7 al 8%, una Eficiencia de procesado > al 65% y una temperatura de la arena de moldeo < a 49 °C.

Este método de control es especialmente útil para ser aplicado, con los datos obtenidos en los controles automáticos “on-line” de la arena de moldeo, ya que los mismos son obtenidos de forma inmediata.

PROPUESTA DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DEL “AGUA LIBRE” EN LA ARENA DE MOLDEO EN VERDE

Este método propuesto aquí consiste en realizar un extra mezclado/malaxado sobre la arena de moldeo.

En el caso de emplear el mezclador/malaxador de rulos verticales de la firma GF/DISA, se puede pesar una cantidad de 4 kg (siempre la misma cantidad). Después de cada tiempo de mezclado/malaxado, se toma una muestra de la arena, para determinar el % de Humedad y % de Compactabilidad. Una vez realizado el ensayo de Compactabilidad, la arena empleada será incorporada al mezclador/malaxador. La arena empleada para la determinación del % de Humedad, será desechada y no incorporada al mezclador/malaxador.

En el caso del empleo del mezclador/malaxador de turbinas de alta intensidad, la filosofía del ensayo es la misma que con el empleo del tipo de rulos verticales, aún cuando los tiempos de mezclado/malaxado serán menores que los empleados para los del tipo de rulos verticales. Los tiempos de mezclado/malaxado indicados a continuación, son para los del tipo de rulos verticales.

EJEMPLO 1		
CONDICIÓN ARENA MOLDEO	% HUMEDAD	% COMPACTABILIDAD
Tal cual se recibe	3.50	45
1' de mezclado/malaxado	3.40	47
3' " " "	3.30	52
5' " " "	3.20	48
7' " " "	3.15	60
9' " " "	3.05	55

Recordando que “la presencia de agua en exceso de la que es necesaria para obtener el punto de mínima densidad a granel tamizada (60% de Compactabilidad) en una arena de moldeo sometida a un extra mezclado/malaxado, es la denominada “agua libre”, en este ejemplo es de:

$$3,50 - 3,15 = 0,35 \%$$

En este ejemplo y puesto que no se obtiene un % de Compactabilidad del 60%, esto supone indicar que esta arena de moldeo no contiene “agua libre”:

EJEMPLO 2		
CONDICIÓN ARENA MOLDEO	% HUMEDAD	% COMPACTABILIDAD
Tal cual se recibe	3.50	45
1' de mezclado/malaxado	3.40	47
3' " " "	3.30	52
5' " " "	3.20	48
7' " " "	3.00	44

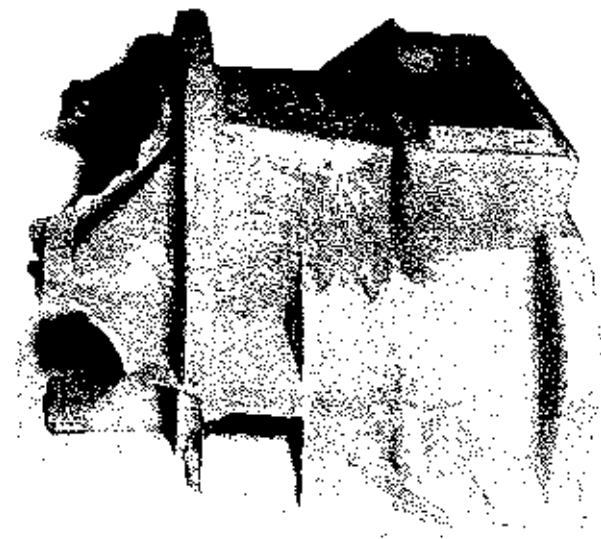


Figura 1. Defecto típico de penetración metálica en fundición laminar debida a explosión en los moldes.

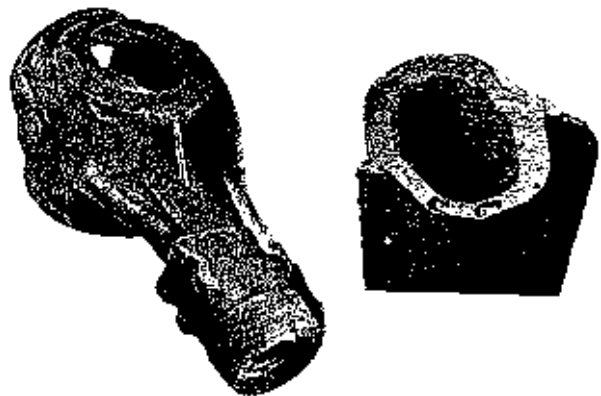


Figura 2. Otros defectos típicos de sopladuras y penetración metálica por explosión en los moldes.

BIBLIOGRAFÍA

1. K.C. Pickrell, G.F. Sergent, M. Wolfe and M.D. Wrobel “Tips for Auditing your Green Sand System”. Modern Casting Vol. 89 (1999).
2. J. Expósito “Influencia de la eficiencia del procesado de la arena de moldeo en verde en el desarrollo de su poder aglutinante y humedad”. Fundipress, nº 2, Diciembre 2007, páginas 37-44.
3. “Back to the Basic: A Green Sand Primer”. Library Book AFS 1994.

Fundición PFB

Inmersa en el fascinante paisaje de las zonas montañosas que dominan el lago d'Iseo, PFB es una de las fundiciones más activas de la provincia de Brescia. "Pensar que en 1979 estábamos alojados en un pequeño garaje, dotados solamente de una máquina Italtresse de 170 toneladas", nos confía con modestia el señor Gerardo Bettinsoli, copropietario junto a dos hermanos y actual responsable de producción.

Ha sido el fuerte espíritu emprendedor que ha permitido a esta familia desarrollar, con los años, una empresa especializada en la tecnología de la fundición a presión.

—¿Cuáles son las dimensiones actuales de su fábrica?

—Gerardo Bettinsoli: A día de hoy, contamos con una superficie en la fábrica principal de 6500 m2, con un anexo de 900 m2. Tenemos aproximadamente 90 empleados que trabajan en tres turnos diarios ininterrumpidamente, distribuidos también en las zonas de desbarbado y granallado. Por tanto la productividad representa para nosotros uno de los aspectos más importantes.

—¿Cuántas máquinas tienen en producción?

—GB: Tenemos 11 máquinas, todas Italtresse, con dimensiones variables desde 300 hasta 1.250 toneladas. Esta última, de la serie TF sin rodillera, ha llegado hace unos meses y ha empezado enseguida a darnos satisfacciones.

—¿Cuál ha sido el impacto inicial, si así puede ser definido, con la máquina?



La entrada de la fábrica de PFB, en Gombio di Polaveno.

—GB: Para ser sincero, al momento de la entrega, con el nuevo sistema de cierre, había una cierta desconfianza. Esto puede ser considerado normal, como sucede con todas las cosas que no se conocen. Una vez que hemos comenzado a utilizarla para la producción, hemos comprobado cuál era su potencialidad.

—¿En el sentido de qué habéis encontrado aspectos funcionales positivos?

—GB: Diría que sí. Una vez realizada la instalación y explicados los principios generales de funcionamiento, nos hemos dado cuenta rápidamente de lo fácil y sencilla que era su utilización.

—¿Desde qué punto de vista?

—GB: Sobretudo por la ausencia del plato de reac-



La TF 1250 instalada en la zona de moldeo de PFB. Fácil de identificar entre las numerosas máquinas con rodillera.

ción. Además de reducir las masas, elimina la necesidad del desplazamiento para la regulación de la altura de moldes. No obstante, la experiencia nos dice que ésta es una operación que necesita unos tiempos bastantes largos que no son compatibles con nuestras necesidades de producción. Con la TF el procedimiento es notablemente simplificado, dado que la cuota del recorrido del plato móvil es revelada automáticamente por la máquina durante la fase inicial de set-up.

—¿Y en fase de ejercicio?

—GB: La regulación es igual de simple, dado que no se debe hacer otra cosa que repetir el mismo procedimiento. La adecuación de la máquina para recuperar la dilatación térmica del molde es inmediata y notablemente simplificada, con un tiempo de intervención reducido. Lo que hemos podido apreciar, es que el sistema hidráulico de cierre permite recuperar posibles problemas de paralelismo entre platos: dado que los cuatro cilindros utilizados para realizar la fuerza de cierre sobre las columnas son gestionados de modo independiente, la máquina está en condiciones para adecuarse a la condición operativa en la cual se encuentra, aún

en el caso de que la misma haya cambiado. Además, hemos notado una drástica reducción de la rebaba, como si el molde permaneciese más cerrado respecto al sistema con rodillera.

Está claro que ambas topologías de máquina, la tradicional SC y la TF sin rodillera, funcionan en modo adecuado; pero, la TF presenta una serie de ventajas, por ejemplo el aumento de luz entre platos a máquina abierta, lo cual simplifica la fase de montaje de moldes. Factor importante, sobretodo para los que tienen más series productivas, los que utilizan cada vez moldes diferentes, saber que dispones de una máquina que facilita la sustitución del molde, y que se adapta mejor respecto al paralelismo entre platos, es sin duda confortable.

—¿Así que pasar de un sistema a otro no ha sido complicado?

—GB: No, por lo contrario, parece que nos ha simplificado las cosas. Considerando además, el hecho, de que estamos frente a una máquina completamente nueva, nos esperábamos encontrar una serie de problemas sobretodo en términos de fiabilidad y repetitividad. Esto no ha ocurrido, y confirma el buen trabajo desarrollado por Italpresse. Podemos por lo tanto, considerarnos ampliamente satisfechos y nuestro responsable de mantenimiento, el señor Luciano Zini, se lo puede confirmar.

—Luciano Zini: Efectivamente, la máquina TF durante estos primeros meses de producción no ha tenido necesidad de mantenimiento. Basado en la experiencia, solamente por el hecho de no tener el plato de reacción, simplifica cualquier intervención de mantenimiento; bien en cantidad, dada la ausencia de órganos mecánicos, como en complejidad gracias a la zona de acceso que es más fácil de alcanzar. La zona posterior de la máquina es, de hecho, muy amplia y en cierto sentido “limpia”: existen pocas tuberías y cables, los cuales complicarían la intervención. El espacio es aprovechado verdaderamente de modo óptimo. Uno de los problemas principales para las máquinas de fundición a presión es la usura de los componentes de la rodillera, como los casquillos y los bulones: cuando es necesaria la sustitución, a veces, es necesario desmontar todo el grupo, con todas las dificultades que usted ya se puede imaginar. Esto se traduce en paros prolongados de máquina, que representan una pérdida de capacidad productiva.

—Algunos expertos del sector han revelado dudas respecto a los cilindros de cierre, su estanqueidad y el po-



Los señores Gerardo Bettinsoli y Luciano Zini.

sionamiento de los amarres ¿qué nos puede decir al respecto?

—LZ: Sobre esto, puedo decirle que no hemos tenido nunca problemas. Los valores de la presión interna durante la fase de inyección permanecen constantes en cada uno de los cuatro cilindros y son regulares en cada ciclo. Los problemas de trafiamiento del aceite a los que se refiere, no han sido comprobados y respecto a la fiabilidad garantizada por el sistema de válvulas de comando, descarga y retención, podemos decir que ha sido adecuadamente proyectada. Lo mismo podemos decir del amarre: se posiciona siempre en modo correcto, ciclo tras ciclo, gracias al control dedicado obtenido con los encoders lineales instalados para su gestión.

—¿No piensa que este sistema de encoder sea en cierto modo "delicado" en un ambiente como el de la fundición?

—LZ: No creo, dado que la calidad de los instrumentos utilizados es óptima, bien para lo que respecta la transmisión y la gestión de la señal, bien por su robustez, ellos están situados en la máquina en puntos adecuados, lejos de la zona de trabajo. Por lo tanto están bien protegidos. Todo el sistema de cierre es absolutamente fiable y no nos ha dado

ningún problema: es incluso ventajoso, para la sencillez del principio de funcionamiento básico.

—Desde el punto de vista del tiempo de ciclo ¿qué han observado?

—LZ: Estamos produciendo una pieza destinada al mercado del automóvil de 3 Kg. de peso y con cinco movimientos radiales. El tiempo de ciclo que estamos obteniendo con la TF de 1250 toneladas es de aproximadamente 47 segundos, lo que significa una producción horaria de 76 piezas; un dato óptimo, considerada la talla de la máquina. Si pensamos que este valor oscila constantemente entre 75 y 79 piezas/hora, puede leerse aún más positivamente.

—¿Se encuentran satisfechos de la inversión realizada?

—Gerardo Bettinsoli: decididamente sí, y estamos seguros que el futuro nos dará la razón.

MAQUINAS DE LAVADO Y DESGRASADO INDUSTRIAL PARA TODO TIPO DE PIEZAS

HORNOS INDUSTRIALES HASTA 1300°C

ESTUFAS ESTÁTICAS Y CONTINUAS HASTA 600°C PARA CALENTAR Y SECAR

Fabricamos:

-HORNOS Y ESTUFAS PARA:
- Templar, - Secar, - Fundir ...

-INSTALACIONES DE PINTURA:
- Lavado, - Fosfatado, - Pintado ...

INSTALACIONES PARA EL PINTADO DE PIEZAS DIVERSAS

-MÁQUINAS PARA TRATAR SUPERFICIES:
- Lavar, - Desengrasar, - Fosfatar, - Secar ...

Boutermic S.A.

Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408
www.boutermic.com
e-mail: comercial@boutermic.com

Noticias PFERD

FRESAS DE METAL DURO

Con las fresas de metal duro PFERD se mecanizan por levantamiento de viruta materiales de cualquier dureza, ello gracias a la óptima forma del dentado, al número de dientes, al ángulo de ataque, al ángulo de salida de virutas y a la exacta rotación.

Su gran capacidad de arranque de viruta en toda su vida útil así como el hecho de que sean reafilables, garantiza unos excelentes resultados de trabajo en el mínimo tiempo, reduciendo con ello significativamente los costes.

PFERD dispone de fresas de todas las formas, entre otras: cilíndricas, llama, cilíndricas redondas, árbol, obús, esférica, cónica puntada, cónica redonda y gota.



Entre la gran cantidad de materiales y aplicaciones con herramientas manual o en robots de estas fresas de metal duro, PFERD destaca su uso:

- Sobre materiales templados resistentes, aceros forjados y fundición de acero para soldaduras de materiales muy tenaces, cordones de soldadura, desbarbado, biselado, cantos y eliminación de segundas rebabas.

- Sobre materiales férricos y no férricos para revocar y para trabajar cordones de soldadura de todo tipo.
- Sobre materiales muy duros y tenaces, aceros inoxidables resistentes y fundición de acero aleado para cantos y superficies, soldaduras resistentes y trabajos de matricería.
- Sobre diferentes aceros; tenaces, forjados, fundición de acero, soldadura, cordones de soldadura, para desbarbar, biselar y cantos.
- Sobre aleaciones untuosas de aluminio, metales blandos y termoplásticos, para desbarbar, revocar y fundición de aluminio.
- Sobre aleaciones de metal ligero, aleaciones de metales no férricos, aceros blandos inoxidables y plásticos.
- Sobre aluminios y otros metales no férricos para arranque de virtutas.

Es importante constatar además que la exacta rotación de estas fresas:

- Protege la salud del operario durante el proceso de trabajo.
- Reduce el desgaste de la máquina motriz.
- Permite un trabajo sin vibraciones.
- Evita las marcas por vibraciones.

CONTENEDORES Y CALDERERÍAS

Los procesos de trabajo en la construcción y mantenimiento de contenedores y calderas son muy numerosos. PFERD le ofrece un amplio programa de herramientas que cubre desde el corte hasta el estructurado o igualado de superficies que pueden ser utilizadas en diferentes sectores, siendo los más significativos:

- Industria química.
- Construcción de contenedores y calderería.
- Acerías.
- Fundiciones.
- Construcción de herramientas y matricería.
- Construcción de tuberías.
- Astilleros.
- Automoción.
- Talleres mecánicos.
- Aeronáutica, construcción y reparación de turbinas de gas.
- Construcción de máquinas.



Para facilitar una óptima elección de herramientas abrasivas, agruparemos estos discos de corte, desbaste, limas, fresas, muelas, herramientas de afinado y pulido dentro de los siguientes procesos de trabajo:

- Corte.
- Apertura y ampliación de orificios.
- Desbaste y afinado.
- Canteado.
- Desbaste de cordones de soldadura.
- Estructurado de superficies.

PFERD además ofrece asesoramiento técnico sin compromiso por parte de nuestros asesores técnico-comerciales. De esta manera toda su experiencia en herramientas para la construcción de contenedores y calderas está a su disposición.

Prácticamente todos los contenedores y calderas de acero (por ejemplo contenedores de presión y de almacenaje) pueden ser trabajados con estas herramientas.

Para la construcción de contenedores y calderas de INOX (por ejemplo contenedores de alimentación y de la industria química) le ofrece las herramientas óptimas sin aditivos oxidantes de hierro, azufre o cloro.

Para los contenedores y calderas de aluminio (por ejemplo los de transporte) dispone de los discos de corte y desbaste más específicos y adecuados.

Ejemplos de contenedores y calderas de acero, INOX, y metales no férricos:

- Tanques.
- Contenedores de transporte.



- Contenedores de conservación.
- Contenedores genéricos.
- Cajas de distribución.
- Mezcladoras.
- Intercambiadores de calor.
- Separadores.

Por ejemplo en el trabajo sobre INOX hay que tener en cuenta:



- Separar correctamente desde su recepción aceros normales e INOX.
- Separar cuidadosamente las herramientas para el trabajo sobre aceros normales e INOX. Para ello las herramientas para INOX están perfectamente identificadas.
- Elegir herramientas adecuadas a las exigencias extras del INOX.
- Evitar contacto directo entre acero normal e INOX. Utilizar separadores de plástico entre partes roscadas.
- Elegir la superficie de trabajo de INOX o aluminio.
- Tener en cuenta la mala conducción de calor del INOX así como a un posible recalentamiento de la pieza a trabajar para evitar la posibilidad de corrosión.

Tanto en los talleres como en la construcción es creciente la demanda de contenedores y calderas.

Los complicados montajes, mantenimientos y reparaciones requieren un Know-how y una amplia experiencia. Por ello además del cumplimiento de las normas y del conocimiento de los materiales a trabajar, lo más importante para garantizar la buena construcción de un contenedor o caldera es elegir la herramienta más adecuada.

PFERD ofrece un amplio programa de herramientas de calidad que cubren todos estos requerimientos.

ESCUELA DE ABRASIVOS PFERD

La "Escuela de abrasivos de PFERD-Rüggeberg, S.A.", fruto de sus más de 40 años de historia en el complejo mundo de los abrasivos, lleva en el mercado cerca de un año con gran éxito.

Se configuró como una completa publicación compuesta por fascículos coleccionables que de manera periódica y sin coste alguno se va mandando a los clientes y consumidores que se han ido suscribiendo a la misma.

Además se puede acceder a la misma a través de la página web de PFERD donde además de poderse descargar los distintos fascículos, cualquiera se puede suscribir a la misma para recibir los nuevos ejemplares de la colección. Naturalmente cualquier solicitud recibida en la empresa es atendida con la máxima diligencia.

Ha sido una iniciativa pionera en su campo que ha tenido y tiene como objetivo aportar toda la forma-



ción e información necesaria para poder dominar el mundo de las herramientas abrasivas y sus diversas aplicaciones.

Cada ficha del coleccionable aborda con absoluta profesionalidad un aspecto del mundo de los abrasivos.

- Información de interés sobre los diferentes procesos de trabajo tales como corte, desbaste, lijado, pulido espejo, limpieza, etc. en función de la forma y tamaño de la superficie de trabajo: superficie plana, tubos, ángulos, cantos, agujeros, etc.
- Información sobre las herramientas más adecuadas según el trabajo, tamaño y forma de la pieza.
- Utilización correcta de las diferentes herramientas abrasivas.
- Trabajo sobre materiales específicos (inox, aluminio, plásticos, piedra, etc.).
- Información sobre cortes, granulometría, aglomerantes, etc.
- Velocidades de corte y r.p.m. adecuadas.
- Recomendaciones de seguridad.
- Definición de los términos abrasivos más habituales (aglomerante, grano abrasivo, dentados, etc.).
- Máquinas y accionamientos.
- Aplicaciones curiosas.

Componentes de las arenas de moldeo (Parte I)

Por Jordi Tartera

Nota:

Este texto corresponde a una conferencia plenaria presentada en el II Encuentro Nacional de Materiales organizado por el departamento de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la Universidad de Antioquia en Medellín, Colombia, del 22 al 24 de noviembre de 2006, con cuya aquiescencia lo publicamos.

Introducción

El inicio del moldeo en arena se remonta a los albores de la metalurgia, apareciendo descrito en los murales de la tumba de Rekmira, visir de Tutmosis III de la 18ª dinastía en Tebas o en la Biblia en el primer libro de los Reyes[1] cuando explica que Hiram construyó para Salomón un recipiente de bronce (mar) de 15 metros de diámetro (Fig. 1) moldeándolo en arena arcillosa del valle del Jordán.



Figura 1. Mar de bronce fundido por Hiram para el templo de Jerusalén (siglo X a.C).

¿Por qué utilizaban, utilizamos y seguiremos utilizando arenas de moldeo? La respuesta es aparentemente fácil pero si nos paramos a pensar un poco veremos que el tema puede complicarse. Comence-

mos pues por revisar las exigencias de los moldes y por qué empleamos un material granular.

SI bien la obtención de una pieza fundida depende de la forma y tamaño del molde, del grado de precisión y acabado del modelo, del sistema de moldeo y del grado de compactado producido por las máquinas de moldeo, el factor más importante es la arena de moldeo, la cual debe cumplir una serie de premisas para que la pieza responda a las características deseadas.

Las propiedades exigidas a una arena de moldeo son:

- Refractariedad para resistir los efectos de la temperatura, el ataque químico y la erosión del flujo de metal líquido.
- Porosidad, con una distribución de tamaños adecuada para permitir la evacuación de los gases y proporcionar una superficie de pieza lo menos rugosa posible.
- Plasticidad para adaptarse al modelo y reproducir con fidelidad sus detalles.
- Cohesión suficiente para que al desaparecer el esfuerzo necesario para obtener la impronta el molde conserve las dimensiones del modelo.
- Tenacidad para que el molde pueda soportar pequeñas deformaciones sin desmoronarse.
- Compactabilidad para que pueda transmitirse fácilmente el trabajo de la máquina de moldeo a la arena y obtener un molde uniforme.
- Tras la solidificación de la pieza, la destrucción del molde ha de ser fácil.

- Tras el desmoldeo el material debe quedar en un estado apropiado para que sea factible, con pequeñas adiciones, la recuperación de las propiedades iniciales para comenzar un nuevo ciclo.

Salvo el caso de las arenas naturales, estas exigencias no pueden ser cumplidas por un material único, por lo que debemos recurrir a un sistema de varios componentes.

Arenas naturales

Durante muchos siglos se emplearon exclusivamente para moldeo las llamadas arenas naturales provenientes de los yacimientos formados como consecuencia de cambios superficiales en la corteza de la Tierra por la acción, durante milenios, del viento, agua, hielo y nieve. La composición de estos depósitos depende de la naturaleza de los materiales que fueron erosionados y de la manera como fueron depositados por lo que la repartición granulométrica no siempre es la más adecuada. Las arenas naturales contienen además de sílice otros minerales granulados como el feldespato (punto de fusión 1370°C frente a los 1780°C de la sílice) y la glauconita.

Las arcillas y las materias orgánicas que forman parte de estos depósitos confieren a las arenas naturales las propiedades plásticas necesarias para confeccionar los moldes. Las arcillas de las arenas naturales suelen estar constituidas por caolinita, illita o aloisita cuyo poder aglomerante es muy inferior al de las montmorillonitas. No obstante, la arcilla quedó bien distribuida durante la formación del depósito ya que no hubo restricción ni de la cantidad de agua ni del tiempo para conseguir un reparto uniforme. Sin embargo, la escasez de yacimientos naturales de calidad y uniformidad suficientes, ya que el tipo y la cantidad de material arcilloso y la granulometría de la arena varían de un depósito a otro, así como las mayores exigencias tanto en precisión dimensional como en acabado superficial y ausencia de defectos en las piezas fundidas obligaron a sustituir las arenas naturales por las llamadas arenas sintéticas cuando se extendió el desarrollo del moldeo mecanizado.

Las arenas naturales muestran una distribución uniforme de una capa fina de arcilla sobre los granos de arena (Fig. 2). Sin embargo, puede observarse también la presencia de aglomerados de arcilla no depositados sobre los granos de arena.

Para comprobar que el poder aglomerante de estas arenas es debido a esta distribución uniforme, se de-

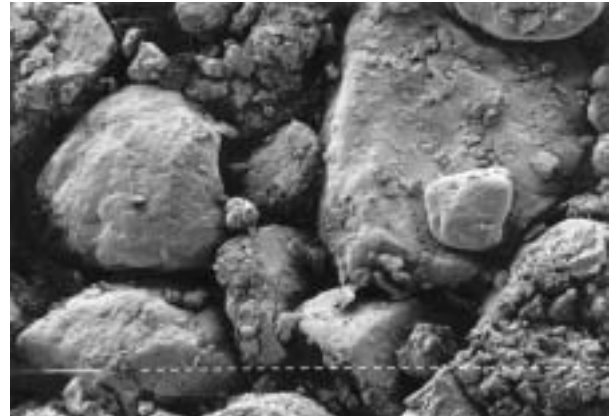


Figura 2. Arena natural. Imagen MEB.

terminó la curva de resistencia compactabilidad de una arena natural que contenía el 17,8 % de arcilla. Luego, por lixiviación se separó la fracción de arcilla y tras secarla a 110° C se preparó en un mezclador de laboratorio la misma arena con idéntico porcentaje de la misma arcilla y por malaxado acumulativo por desorción se trazó la curva de resistencia compactabilidad. Las Figuras 3 y 4 muestran las diferencias entre la arena natural y la preparada en laboratorio.

Aunque no se observa una gran diferencia en los valores de la Resistencia a la Compresión en Verde (RCV), son de destacar los bajos resultados de la Resistencia a la Tracción en la Zona Húmeda (RZH) debido a que la arena natural tiene poco poder aglomerante y la notable diferencia entre arena na-

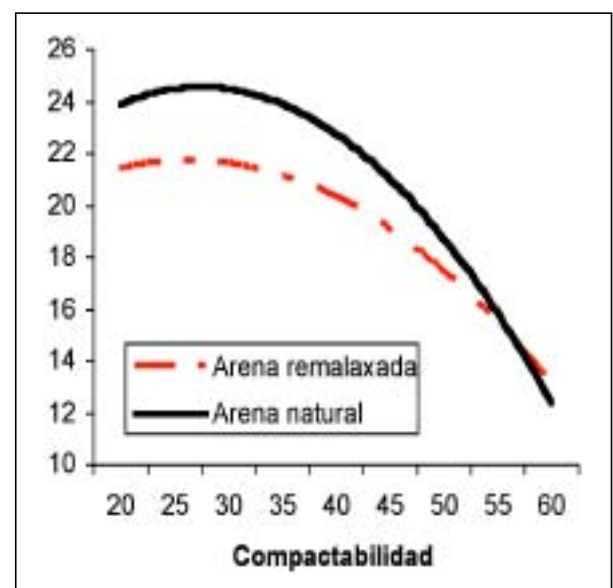


Figura 3. Resistencia a la Compresión en Verde (RCV) de una arena natural y tras el remalaxado.

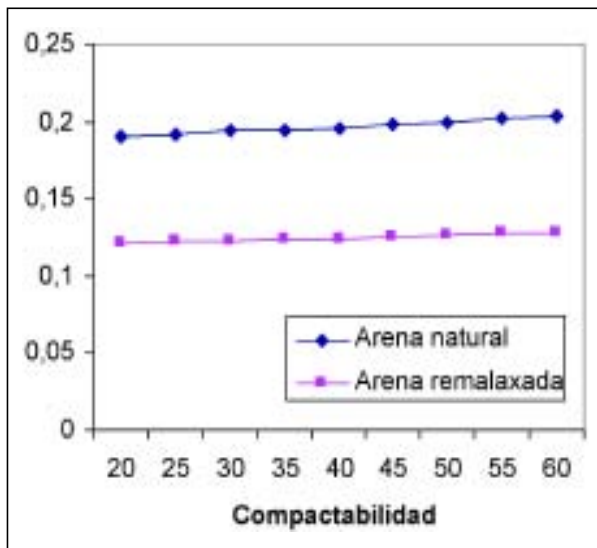


Figura 4. Resistencia a la Tracción en Zona Húmeda (RZH) de una arena natural y tras el remalaxado.

tural y preparada, indicativa de una preparación insuficiente.

Arenas sintéticas

Las arenas sintéticas, denominación no muy feliz ya que en su composición no entran productos de síntesis, comenzaron a utilizarse hace unos 80 años y, en los últimos 30 años, han eliminado prácticamente las arenas naturales. Sin embargo, no existe un material único que posea las propiedades exigidas para obtener un buen moldeo por lo que debemos recurrir a un sistema de varios componentes.

Denominamos arena sintética a un sistema formado por los cinco componentes siguientes:

1. Un material refractario granular, generalmente arena de sílice aunque también se utilizan arenas de circón, cromita y olivino, que confiere al sistema la refractariedad, la permeabilidad y la capacidad de reproducción de detalles.
2. El aglomerante arcilloso, que suele ser una bentonita, responsable de la cohesión y la tenacidad.
3. El agua que confiere al aglomerante la plasticidad y permite desarrollar las propiedades cohesivas de la bentonita.
4. Los aditivos carbonosos, generalmente polvo de carbón, aunque también se utilizan dextrinas, harina de madera, gilsonita, etc., cuya misión principal consiste en evitar el ataque químico y térmico del metal, compensar los fenómenos de dilatación y facilitar el desmoldeo.

5. El trabajo necesario para convertir la mezcla de los componentes citados en un sistema homogéneo en el que la bentonita, con el grado óptimo de humedad recubre los granos de arena y facilite la unión entre los mismos a fin de alcanzar en el mayor grado posible las condiciones exigidas para fabricar un molde

Comparada con una arena natural, la arena sintética es superior en:

- El grano de arena, ya que puede elegirse entre diferentes tamaños de grano y reparticiones granulométricas.
- El aglomerante arcilloso, ya que se utiliza bentonita, arcilla compuesta por montmorillonita, de propiedades plásticas más acusadas que las arcillas de las arenas naturales, caolinita, illita, glauconita, etc.
- Los aditivos carbonosos que pueden dosificarse y elaborarse a medida.

No obstante, las arenas sintéticas son inferiores a las naturales en el grado de preparación debido a que se dispone de un corto tiempo de malaxado, lo que significa que el trabajo aplicado es muy pequeño frente al tiempo y la cantidad de agua ilimitados de que dispuso la naturaleza para formar los depósitos de arenas naturales.

Veamos, pues, qué importancia tienen y cómo actúan cada uno de estos componentes.

Los granos de arena

La primera cualidad que debe tener el material de moldeo es la refractariedad. Si el molde no aguanta la temperatura del metal líquido no hay pieza. Otra cualidad importante es su presentación en forma de granos. Esto tiene una clara desventaja ya que hace que el molde sea efímero y que como Sísifo cada vez tengamos que comenzar de nuevo. Técnicamente, con estas dos propiedades bastaría para justificar el empleo de las arenas de moldeo, pero hay otra fundamental: la arena de sílice, la de uso habitual, es barata, abundante y cuando la tiramos al final de su ciclo de vida no es contaminante. Y es precisamente a causa de su baratura empleamos el material menos adecuado para moldear.

Propiedades accesorias, pero no menos importantes, son la forma de los granos y su repartición granulométrica. La forma de los granos: esférica, semiangular, angular o compuesta, determina las necesidades de aglomerante. Como la esfera sigue

siendo el cuerpo que tiene menor superficie para un volumen dado, cuanto más esférico sea el grano, se precisará una menor cantidad de aglomerante o, lo que es igual, para un mismo porcentaje de aglomerante la resistencia será mayor con una arena de grano redondo (Fig. 5). Por otra parte, cuanto más angulosa es la arena peor es el empaquetamiento de los granos dando lugar a un molde menos denso. No obstante, la densidad del molde, propiedad importante en moldeo físico, tanto que a veces se confunde compactación con densificación, no lo es tanto en moldes y machos químicos cuyo proceso de endurecimiento es distinto del moldeo tradicional con arena aglomerada con arcilla. Ahora bien, si la arena de cuarzo de densidad real 2,65 y aparente 1,6 se sustituye por otra arena como circón, cromita o staurolita el molde o macho serán más densos y resistirán mejor los efectos del metal líquido.

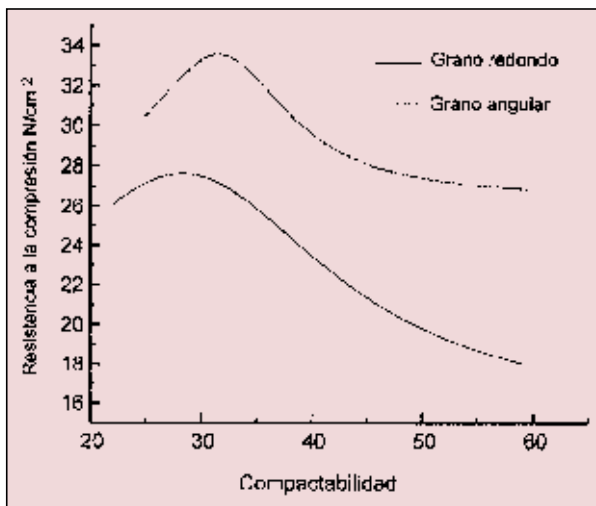


Figura 5. Resistencia a la Compresión en Verde de dos arenas con el mismo porcentaje de bentonita pero de distinta forma de grano.

El tamaño de los granos es otra propiedad mitificada. Es evidente que existe una relación directa entre el índice de finura AFS y permeabilidad[2], de tal modo que se puede sustituir el largo y tedioso ensayo de tamizado por una simple medición de permeabilidad (Fig. 6). Si, como he venido proclamando desde hace años, la permeabilidad es una propiedad irrelevante en las arenas, el tamaño de los granos de arena sólo nos indica el grado de acabado que puede alcanzarse pero, salvo casos muy especiales, no tiene nada que ver con las sopladuras y porosidades que tan bien sabemos introducir en nuestras piezas.

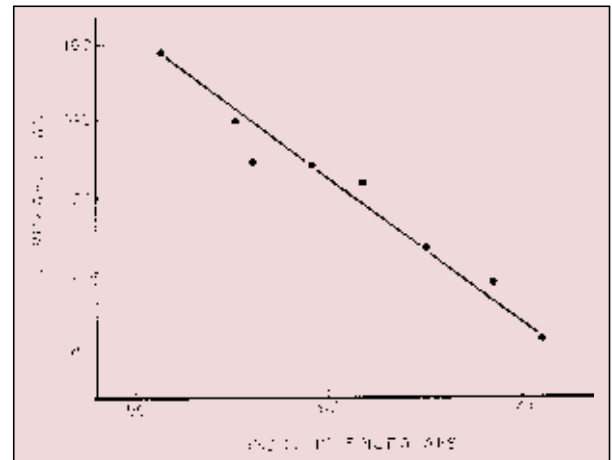


Figura 6. Relación entre la permeabilidad y el índice de finura AFS.

Otro tema relacionado con los granos de arena es la repartición en varios tamices. Un agregado de esferas idénticas es menos denso que uno con esferas de distintos tamaños y la resistencia que se obtiene es mucho menor debido a que un agregado formado por granos uniformes puede dividirse fácilmente por planos de deslizamiento simétricos[3] mientras que el conjunto formado por granos de diferentes tamaños y mezclados al azar resiste la división porque los hábitos no simétricos de agregación interrumpen o bloquean los planos de deslizamiento (Fig. 7).

Esta propiedad era importante cuando los sistemas de densificación y de aglomeración eran precarios: moldes compactados por sacudidas y baja

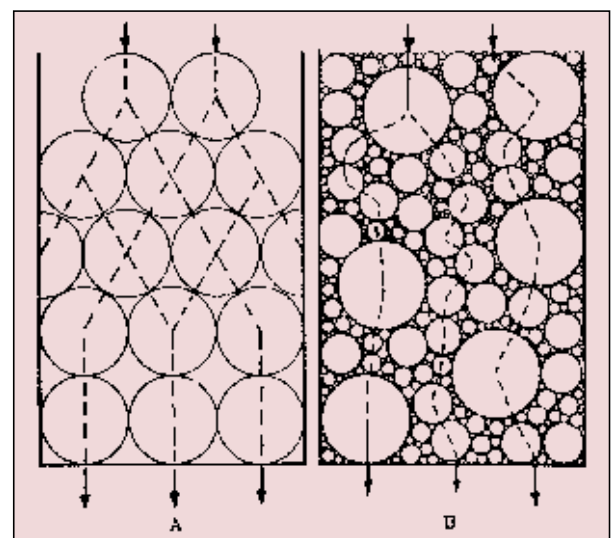


Figura 7. Planos de deslizamiento en esferas de igual tamaño y de tamaños distintos.

presión, arenas con bajos porcentajes de bentonita, machos aglomerados con aceite, etc. Sin embargo, si seguimos exigiendo cuatro tamices no es por un problema de resistencia sino a causa de la dilatación de los granos de sílice. La forma natural de la sílice es el cuarzo que sólo es estable a bajas temperaturas ya que a 573 °C se transforma en cuarzo con un brusco aumento de volumen. Si los granos son del mismo tamaño se dilatan a la vez, ocasionan los típicos, y únicos, defectos atribuibles a la arena: veteados, darts, colas de rata.

Pero ¿qué pasaría si utilizáramos una arena no siliciosa? El circón, la cromita, el olivino, y la sílice fundida no presentan la transformación alotrópica del cuarzo y su curva de dilatación es mucho más llana (Fig. 8) por lo que no son de temer los defectos de dilatación de la arena de sílice.

Entonces podríamos emplear granos del mismo tamaño con lo que la porosidad será mayor, no correríamos ningún riesgo si la arena es muy fina y, consecuentemente, las piezas serían de dimensiones más exactas y mejor el acabado superficial. Si no elaboramos nuestros moldes y machos con estas arenas es, simplemente, por una cuestión de precios y disponibilidades. La Tabla I compara las distintas arenas que pueden ser empleadas en fundición. En ella podemos comprobar que la única ventaja de la sílice es su abundancia y baratura. Es evidente que al ser un producto natural es más fácil encontrar canteras de grano redondo. La aglomeración con

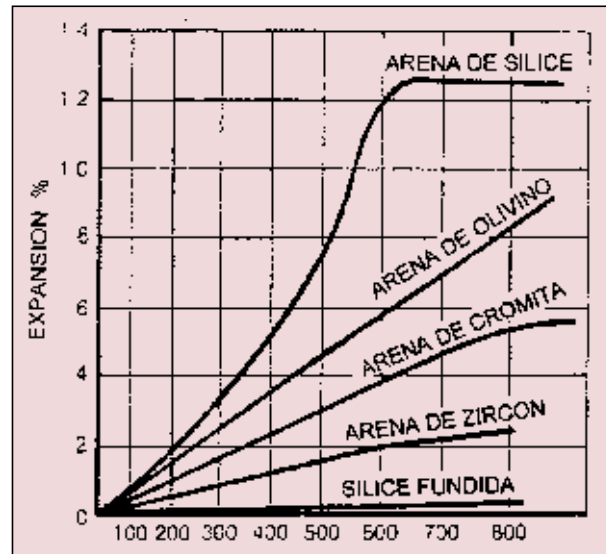


Figura 8. Dilatación de los distintos tipos de arena.

bentonita, debido a que las capas externas de las laminillas de montmorillonita están formadas por tetraedros de sílice, debe dar mayor resistencia a la arena, pero quizá estos razonamientos no sean exactos. Examinémoslo.

La bentonita o los aglomerantes químicos se adhieren fácilmente sobre la superficie de los granos de sílice ya que la estructura es idéntica en el interior del grano que en la superficie, es decir, la cristalinidad de la sílice es perfecta. Sin embargo,

TABLA I

ARENAS	SÍLICE	OLIVINO	CIRCÓN	CHAMOTA	CRÓMITA
Composición	SiO ₂	2(MgFe)O.SiO ₂	SiZrO ₄	Variable	FeCr ₂ O ₄
Recursos	Muy abundante	Limitado (Manufacturado)	Limitado	Abundante (Manufacturado)	Limitado
Coste	Bajo	Medio	Alto	Medio	Alto
Dilatación %/00	Alta 19	Media 13,7	Muy baja 3,2	Baja 5,2	Baja 4,5
Difusividad Térmica	Pequeña	Pequeña	Elevada	Pequeña	Elevada
Punto Fusión °C	1780	1870	2650	Variable 1600-1800	2095
Densidad	2,65	3,25	4,6	≈ 2,5	4,4
Densidad Aparente	1,5-1,6	1,95	2,8	<1,6	2,6
Mojabilidad	Posible	Posible	Difícil	Difícil	No moja
pH Alta Temperatura	Ácido	Básico	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido	Básico

hay muchas evidencias que hacen suponer que no es así. La estructura tetraédrica de la sílice es químicamente neutra cuando se unen conjuntos de seis tetraedros formando un cristal de gran estabilidad química y térmica. Sin embargo, en la superficie del grano las cargas no quedan compensadas lo cual se traduce en una pérdida de la orientación cristalina dando lugar a una capa amorfa [4] fácilmente soluble y capaz de transformarse en gel de sílice que sería responsable de la adhesión de los aglomerantes sobre el grano de arena. Esto podría explicar por que al añadir harina de sílice, que contiene un porcentaje de sílice amorfa relativamente elevado, aumenta la resistencia de la mezcla.

Para calibrar la influencia de superficie del grano y comprobar el efecto que puede ejercer la presencia o ausencia de la capa de sílice amorfa o de radicales OH en la superficie se prepararon arenas de moldeo partiendo del mismo tipo de arena habiéndola sometido a un tratamiento ácido y a un tratamiento básico y comparando los resultados con una arena sin tratar[5].

La observación por microscopía electrónica de barrido (SEM) de las arenas preparadas se muestra en las figuras 9, 10 y 11.

Se determinaron, en función de la compactabilidad, la Resistencia a la Compresión en Verde (RCV) y la Resistencia a la Tracción en la Zona Húmeda (RZH). Las figuras 12 y 13 muestran estos resultados. Se observa que, mientras la resistencia a la compresión es similar en las tres arenas, la resis-



Figura 9. Imágenes SEM de la arena sin tratamiento.

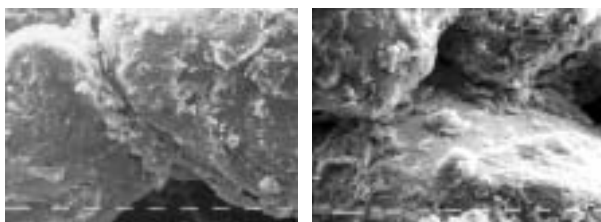


Figura 10. Imagen SEM de la arena tratada con HCl.



Figura 11. Imagen SEM de la arena tratada con Na₂CO₃.

tencia a la tracción en zona húmeda experimenta una disminución importante en las arenas tratadas, siendo más drástica en la arena tratada con Na₂CO₃.

También es interesante comparar los resultados de estas arenas cuando han sido sometidas a los

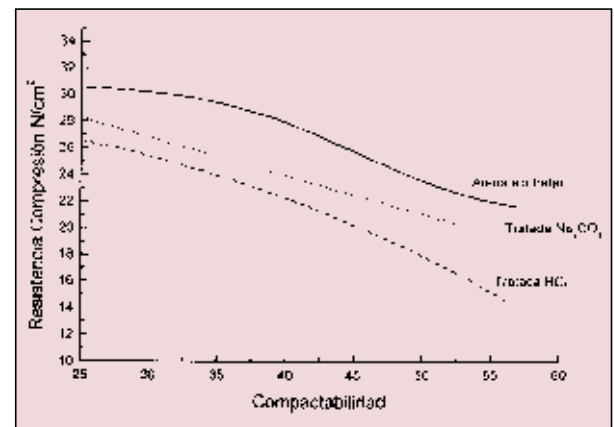


Figura 12. Resistencia a la compresión en verde en función de la compactabilidad de arena sin tratar, tratada con HCl y con Na₂CO₃.

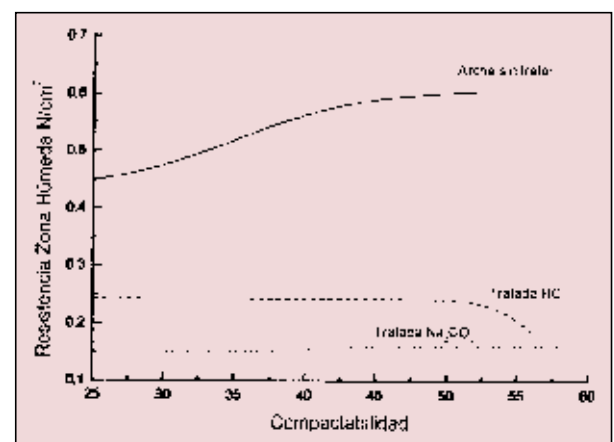


Figura 13. Resistencia a la tracción en zona húmeda en función de la compactabilidad de arena sin tratar, tratada con HCl y con Na₂CO₃.

ensayos de colada reiterada[6]. De nuevo, la arena tratada con carbonato pierde con más rapidez sus características mecánicas (Fig. 14 y 15), especialmente la resistencia a la tracción en zona húmeda, pese a que la cantidad de bentonita, determinada por difracción de rayos X [7] es similar en todos los casos.

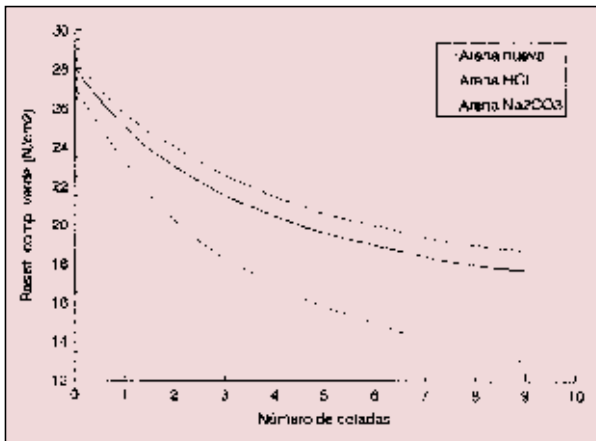


Figura 14. Disminución de la Resistencia a la Compresión en Verde en función del número de coladas.

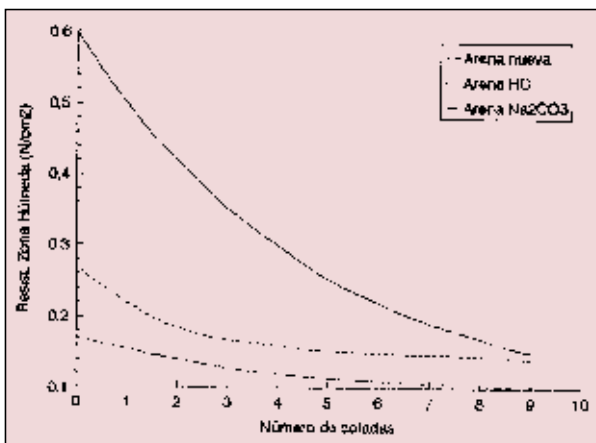


Figura 15. Disminución de la Resistencia a la Tracción en Zona Húmeda en función del número de coladas.

En el circuito de arenas de moldeo se produce siempre la aportación de la arena de machos. Según el proceso de fabricación de machos el endurecimiento es mediante reacciones químicas de carácter ácido, caso de la arena de caja caliente, o básico, caso de la caja fría. Para determinar la influencia de la arena de machos en las características de la arena de moldeo se prepararon mezclas de arena nueva, de

arena procedente de machos quemados de caja caliente y de caja fría y se sometieron al ensayo de colada reiterada.

Las figuras 16 y 17 muestran los resultados de la Resistencia a la Compresión en Verde y de la Resistencia a la Tracción en Zona Húmeda de estas arenas. Se observa que la RCV es mejor en el caso de las arenas ya utilizadas, lo cual es lógico si tenemos en cuenta que los restos del aglomerante químico de los machos ha aminorado las imperfecciones superficiales del grano de arena, disminuyendo la superficie y, por tanto, aumentando el cubrimiento de la arena por la bentonita. Que los restos de la destrucción del macho no afectan al sistema arenabentonitaagua se pone de manifiesto en la pequeña variación de la RZH. Si acaso, las arenas ácidas reducen la RZH pero sin que su efecto sea significativo.

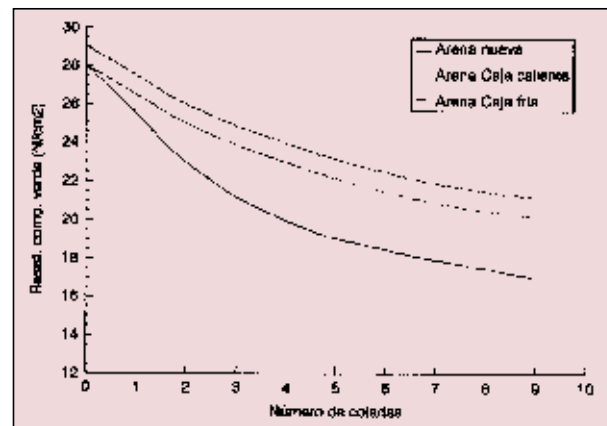


Figura 16. Efecto de la incorporación de arena de machos calcinada en la RCV de las arenas.

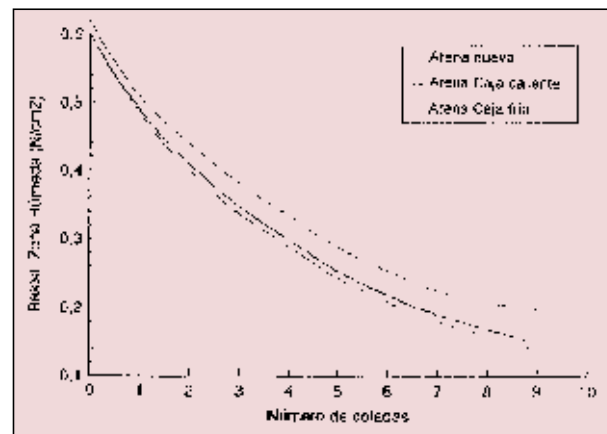


Figura 17. Efecto de la incorporación de arena de machos calcinada en la RZH de las arenas.

La bentonita

Bentonita es la denominación técnica de una arcilla constituida básicamente por montmorillonita. La diferencia de comportamiento entre la montmorillonita y las otras arcillas estriba en que tanto la caolinita, constituida por una capa de tetraedros de sílice y otra de octaedros de alúmina, como la illita, formada por dos capas de tetraedros de sílice entre las que se sitúa una de octaedros de alúmina, son minerales de malla eléctricamente neutra, mientras que la montmorillonita y, en general, todas las esmectitas presentan sustituciones isomórficas de Si por Al en las capas tetraédricas y de Al por Fe o Mg en las octaédricas (Fig. 18). Esto produce un déficit electrónico que debe ser compensado por cationes que se sitúan entre las unidades estructurales. Cuando la sustitución tiene lugar en las capas octaédricas, más distantes de la superficie de las laminillas, la carga negativa es menor.

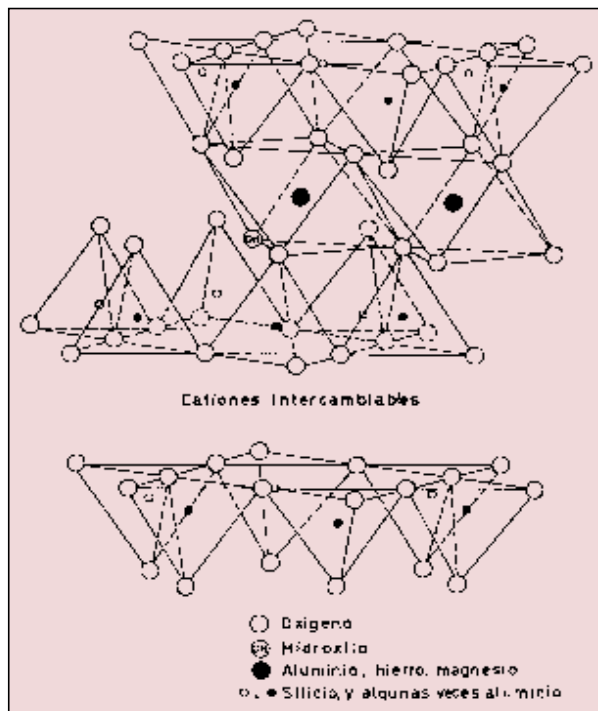


Figura 18. Estructura de la montmorillonita.

Los cationes exteriores están débilmente ligados a la red y suelen ser alcalinos o alcalinotérreos. Estos cationes son fácilmente sustituibles, actuando estos minerales como auténticos cambiadores de iones y, por tanto, sus propiedades físicas y químicas son distintas de los otros minerales arcillosos. Existen bentonitas sódicas naturales (Wyoming) y cálcicas. En las bentonitas utilizadas en fundición el catión

debe ser sodio por lo que las cálcicas suelen activarse con carbonato sódico para cambiar el catión.

En las esmectitas todos los vértices de los tetraedros están dirigidos hacia el centro de la unidad. Las capas octaédricas y tetraédricas están combinadas de tal modo que los vértices de los tetraedros de cada capa de Si y uno de los planos de hidroxilos de la capa octaédrica forman un plano común. Los átomos comunes de las capas tetraédrica y octaédrica son de oxígeno en vez de OH. Las laminillas son continuas en las direcciones a y b, pero está apiladas unas sobre otras en la dirección c. El apilamiento de las unidades sílicealúminasílice los planos de O de cada unidad son adyacentes a los planos de O de las unidades vecinas y, en consecuencia, la unión es muy débil con lo que el deslizamiento entre laminillas es muy fácil.

Las propiedades de las bentonitas dependerán del porcentaje de montmorillonita, de las sustituciones en las capas octaédricas y tetraédricas y de los cationes intercambiables. Cada bentonita tiene unas características determinadas que dependen del yacimiento y de si son sódicas, naturales o activadas, o cálcicas. El Análisis Térmico Diferencial (ATD) permite comparar bentonitas. La figura 19 muestra el ATD de una bentonita de buena calidad, mientras que la figura 20, corresponde a una bentonita de calidad inferior

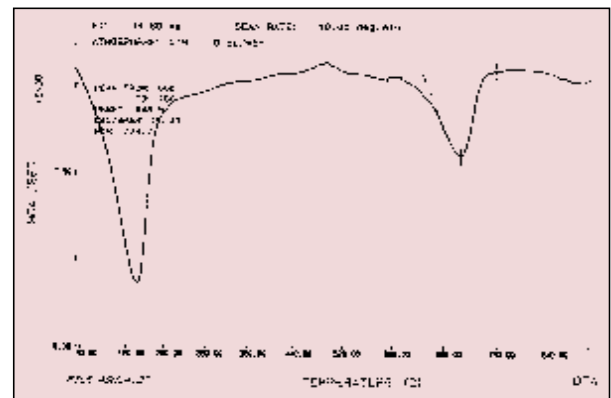


Figura 19. Análisis térmico diferencial de una bentonita de buena calidad.

Las modernas técnicas de observación como la calorimetría diferencial o la espectroscopia infrarroja atenuada (ATRFTIR) nos han de permitir interpretar las sustituciones estructurales y calibrar la calidad de una bentonita [8]. Es de esperar que algún día podremos escoger la bentonita empleando estos métodos, más seguros que los ensayos de hinchabilidad o del límite líquido.

(Continuará)

Estudio del enfriamiento de un cubilote

Parte I: El comportamiento del carbono y el silicio en la carga metálica

Por Ricardo Aristizábal Sierra¹, Claudia María Silva Velásquez², Paula Andrea Pérez Espitia³, Vladimir Stanek⁴, Seymour Katz⁵ y Mark E. Bauer⁶

RESUMEN

Este es el primero de una serie de artículos que describen los procesos físicos y químicos que ocurren en el interior del horno de cubilote. La información experimental fue obtenida mediante el apagamiento rápido de un cubilote operando en condiciones estables y la posterior caracterización química de muestras metálicas obtenidas a diferentes niveles en el horno. El enfriamiento fue realizado mediante la adición de agua por la puerta de carga y el reemplazo del soplo por una corriente de nitrógeno en un horno de cubilote de 0,31m de diámetro. El horno fue cargado con hierro blanco, acero y carburo de silicio.

La composición química de las muestras extraídas fue determinada mediante Espectrometría de Emisión Óptica (OES) y los resultados fueron usados para construir los perfiles de carbono y silicio en la

carga metálica por encima del nivel de las toberas. En artículos posteriores se presentarán los resultados obtenidos para otros materiales de carga (SiC, coque) en esta región y en la zona por debajo de las toberas.

Los perfiles de carbono y silicio obtenidos se ajustan bien a los perfiles generados por el programa de simulación CupolaMelt-I, así como también la producción, la temperatura y el porcentaje de carbono y silicio en el metal en piqueta. El ajuste entre los resultados experimentales y los simulados indican que el proceso de enfriamiento no afecta significativamente las condiciones del cubilote. Además indica que los procesos en el interior del horno son independientes del tamaño del mismo.

Los resultados experimentales demuestran que mientras los materiales metálicos se encuentran en estado sólido, no ocurren reacciones importantes que afecten sus contenidos de carbono y silicio. Se detectó una pequeña carburación del acero sólido a una pequeña distancia de la zona de fusión. Mientras las gotas de hierro fundido descienden por la zona de fusión ocurre una disminución en el contenido de carbono y silicio, lo cual es acorde con los perfiles de las simulaciones. No se encontraron gotas de acero en la región entre las toberas y 0,15 m por encima de ellas, sin que haya por el momento una explicación para esto.

Palabras clave: Horno de cubilote, carburo de silicio, carbono y silicio en el cubilote, simulación.

¹ Profesor Universidad de Antioquia, Departamento de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales, Grupo de Investigaciones Pirometalúrgicas y de Materiales GIPIMME.

² Estudiante de Maestría en Ingeniería, Universidad de Antioquia. Grupo de Investigaciones Pirometalúrgicas y de Materiales GIPIMME.

³ Estudiante de Maestría en Ingeniería, Universidad de Antioquia. Grupo de Investigaciones Pirometalúrgicas y de Materiales GIPIMME.

⁴ V. Stanek, Czech Academy of Science, Prague, Czech Republic.

⁵ S. Katz Associates Inc., W. Bloomfield Michigan, USA.

⁶ Senior Staff Engineer, Materials Engineering Department, General Motors Powertrain, USA.

INTRODUCCIÓN

Se han realizado muy pocos estudios para determinar las condiciones que existen en el interior del horno de cubilote [1-4]. La mayoría de la información disponible corresponde a los datos en la puerta de carga y en la piquera. Con la cantidad de materiales de carga disponibles en la actualidad, es necesario entender cómo se comportan cada uno de ellos y cómo interactúan entre sí, con el fin de entender el comportamiento del cubilote. Esto es particularmente cierto para los materiales en briquetas. Este estudio comenzó con el fin de examinar las diferencias en el comportamiento del carburo de silicio en dos presentaciones a granel y en briquetas. Este artículo es una entrada a este estudio y cubre los cambios observados en las concentraciones del carbono y el silicio en la carga metálica, desde la puerta de carga hasta el nivel de las toberas. El papel del carburo de silicio en sus diferentes presentaciones se reportará en artículos posteriores.

Existen dos publicaciones conocidas de materiales analizados de un cubilote enfriado [1,2]. Estos estudios fueron limitados en su naturaleza, en ambos casos un cubilote operando en condiciones estables fue enfriado mediante la adición de agua por la puerta de carga. Rambush y Taylor [1] enfriaron un cubilote de 1,0 m y luego extrajeron los materiales de su interior. Reportaron los cambios físicos en la carga y los cambios en la composición química del acero en cuanto al carbono y al azufre se refiere. También demostraron que aunque la carga es introducida al horno en capas, a medida que desciende se mezcla debido a que la carga del centro desciende más rápido que la de los costados. Lownie et al [2] realizaron sus estudios en un cubilote de 0,25 m, con la información extraída construyeron un perfil de temperatura probable en el horno, además describieron los cambios en el tamaño del coque mientras se acerca a la zona de fusión.

General Motors realizó estudios de las condiciones internas del cubilote en un horno de 1,5 m de diámetro, teniendo en cuenta el comportamiento del carburo de silicio [3]. La investigación se llevó a cabo mediante la extracción de muestras a través de cinco ventanas de muestreo espaciadas entre ellas por intervalos de 0,30 m y ubicadas por encima de la fila inferior de toberas [4].

Los principales materiales metálicos que entran en la carga del cubilote son hierro y acero; se acepta que en estado sólido las reacciones relacionadas

con el carbono y el silicio son despreciables y que sólo la oxidación del hierro es importante. Los cambios más significativos en la composición química de la carga metálica comienzan luego de que los materiales se funden [5]. El hierro y el acero funden a temperaturas diferentes (~1.150 °C y ~1.500 °C respectivamente), por lo tanto sus cambios en la composición química comienzan a diferentes alturas en el cubilote, empezando los cambios en el hierro más arriba que en el acero.

Cuando la carga metálica se funde, desciende en forma de gotas a través de la cama de coque. Estudios anteriores han demostrado que el 97% del tiempo de descenso las gotas se mantienen en contacto con el coque [6]. Landefeld demostró que debido a la poca probabilidad de que las gotas se mezclen unas con otras, es apropiado asumir que cada material de carga desciende como una corriente individual y que la mezcla de estas corrientes ocurre en el fondo del horno [7]. Es por esta razón que la composición de las gotas puede ser usada para describir los cambios químicos que ocurren en cada corriente. Las reacciones más importantes relacionadas con el carbono y el silicio que ocurren en el estado líquido se pueden observar en la tabla 1.

Reacción	
(1)	$C_{\text{coque}} \rightleftharpoons C_{\text{metal}}$
(2)	$C_{\text{metal}} + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$
(3)	$Si_{\text{metal}} + CO_2 \rightleftharpoons SiO_2 + C_{\text{metal}}$

Tabla 1. Reacciones del carbono y el silicio en la carga metálica del horno de cubilote.

La figura 1 muestra la configuración bajo la cual se presume que estas reacciones se llevan a cabo [8]. La carburación (reacción 1) ocurre en la intercara coque-metal. Olsson, Angeles y Mihailovic y Marincek [9-11] demostraron que la reacción es controlada por el transporte de átomos de carbono a través de la intercara coque-metal. La fuerza impulsora para la reacción es la diferencia de carbono equivalente en el metal y el carbono equivalente de saturación. El grado de la reacción depende también de la temperatura. Otras investigaciones han aplicado este mecanismo al horno de cubilote [12-19].

Simultáneamente con la carburación ocurre la oxidación del carbono en la intercara metal-gas (reacciones 2 y 3). Los estudios relacionados con esta reac-

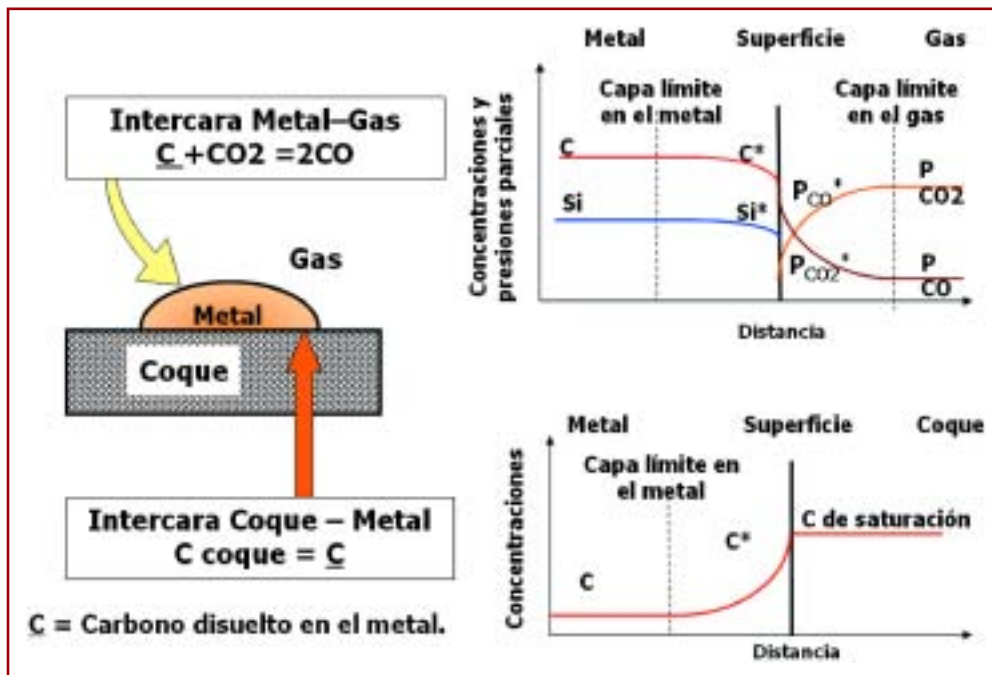


Figura 1. Modelo del comportamiento de las gotas de metal en contacto con el coque en el horno de cubilote (basado en la referencia [17]).

ción han demostrado que es controlada por el transporte de masa en las fases líquida y gaseosa [20,21]. Los gradientes de concentración relacionados con las reacciones 1, 2 y 3 se pueden observar en la figura 1.

Cuando todos estos elementos son introducidos en un modelo matemático completo del horno de cubilote [22,23] los perfiles esperados para el carbono y el silicio en el hierro y el acero son los mostrados en la figura 2. Los perfiles en esta figura asumen carburo de silicio presente en la carga del horno.

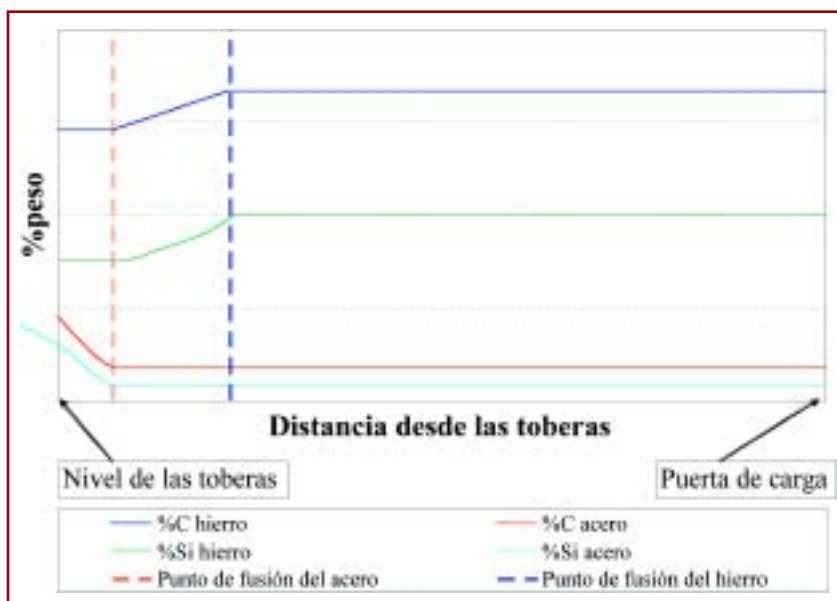


Figura 2. Perfiles cualitativos para el carbono y el silicio en la carga metálica en el horno de cubilote.

Comportamiento del carbono y el silicio en el hierro. El hierro funde más arriba que el acero en el horno de cubilote. Cuando se funde, la carburación y la oxidación comienzan simultáneamente. Debido a que los porcentajes de carbono y silicio en el hierro son altos, la fuerza impulsora para la carburación es baja y para la oxidación es alta. El resultado neto es una disminución en los porcentajes de carbono y de silicio en el material (ver figura 2).

Comportamiento del carbono y el silicio en el acero. Como en el hierro, cuando el acero se funde comienzan la carburación y la oxidación simultáneamente. Ya que la cantidad de los elementos de aleación en el acero es muy baja, la fuerza impulsora para la carburación y para la disolución de los elementos es alta y la fuerza impulsora para la oxidación es baja, por lo tanto es de esperar que la concentración de carbono en el acero aumente a medida que la gota desciende. Otros estudios han demostrado que

la composición del acero depende de los aleantes que estén presentes, cuando se carga carburo de silicio tanto el carbono como el silicio aumentan en el acero [3].

EXPERIMENTACIÓN

La información presentada en este estudio fue obtenida mediante el enfriamiento rápido del horno de cubilote de la Universidad de Antioquia mientras operaba en condiciones estables. Luego del enfriamiento los materiales del interior del horno fueron removidos de forma cuidadosa en capas de ~0,1 m. Se determinó la composición de los materiales metálicos con el fin de construir los perfiles de carbono y silicio. Los resultados experimentales fueron comparados con la simulación de las condiciones internas (CupolaMelt-I [24]).

El horno de cubilote: Las dimensiones y principales características del horno de cubilote de la Universidad de Antioquia se pueden ver en la tabla 2. El horno posee un sistema de enriquecimiento del soplo con oxígeno y un sistema de recuperación de calor. El sistema de recuperación de calor precalienta el soplo a temperaturas entre 250 °C y 450 °C. Consiste en dos regeneradores de lecho empacado que trabajan de manera alternada, mientras uno de ellos recibe los gases calientes producto de la combustión en el proceso, el otro precalentado en un ciclo previo recibe el aire del soplo. La dirección de los gases de combustión y el aire por uno u otro regenerador se controla mediante dos válvulas de cuatro vías. En la figura 3 se puede ver una foto del sistema y en la figura 4 se puede observar un esquema del sistema de regeneración de calor.

La reducción de las emisiones de CO se realiza con un post-quemador ubicado encima de la puerta de



Figura 3. Vista general del sistema de regeneración de calor. La flecha indica la puerta de carga.

carga. Una fracción del material particulado queda atrapado en los regeneradores de calor, la otra fracción queda atrapada en un ciclón tipo Stairmad.

Condiciones Experimentales: Las condiciones de operación durante la colada pueden verse en la tabla 2. La carga fue de 50% acero, 50% hierro y carburo de silicio en dos presentaciones a granel y en briqueta. Además se adicionó cobre (~0,80%) al hierro de la carga, con el fin de determinar las proporciones de hierro y de acero en las muestras.

Durante la operación se tomó la siguiente información:

1. La temperatura del metal en el canal de colada continua con un pirómetro de inmersión.
2. Se tomaron muestras del metal en piqueta para analizar su composición química. Las muestras se vaciaron en una coquilla de cobre para evitar

Tabla 2. Dimensiones y características principales del horno de cubilote.

Parámetro	Dimensión
Diámetro interno	0,31 m
Diámetro exterior en la zona de fusión	0,60 m
Número de toberas	4 en una fila
Diámetro interno de las toberas	0,054 m
Protuberancia interna de las toberas a partir del refractario	0
Distancia desde el centro de las toberas hasta la puerta de carga	2,10 m
Distancia desde el centro de las toberas hasta el fondo del horno	0,32 m

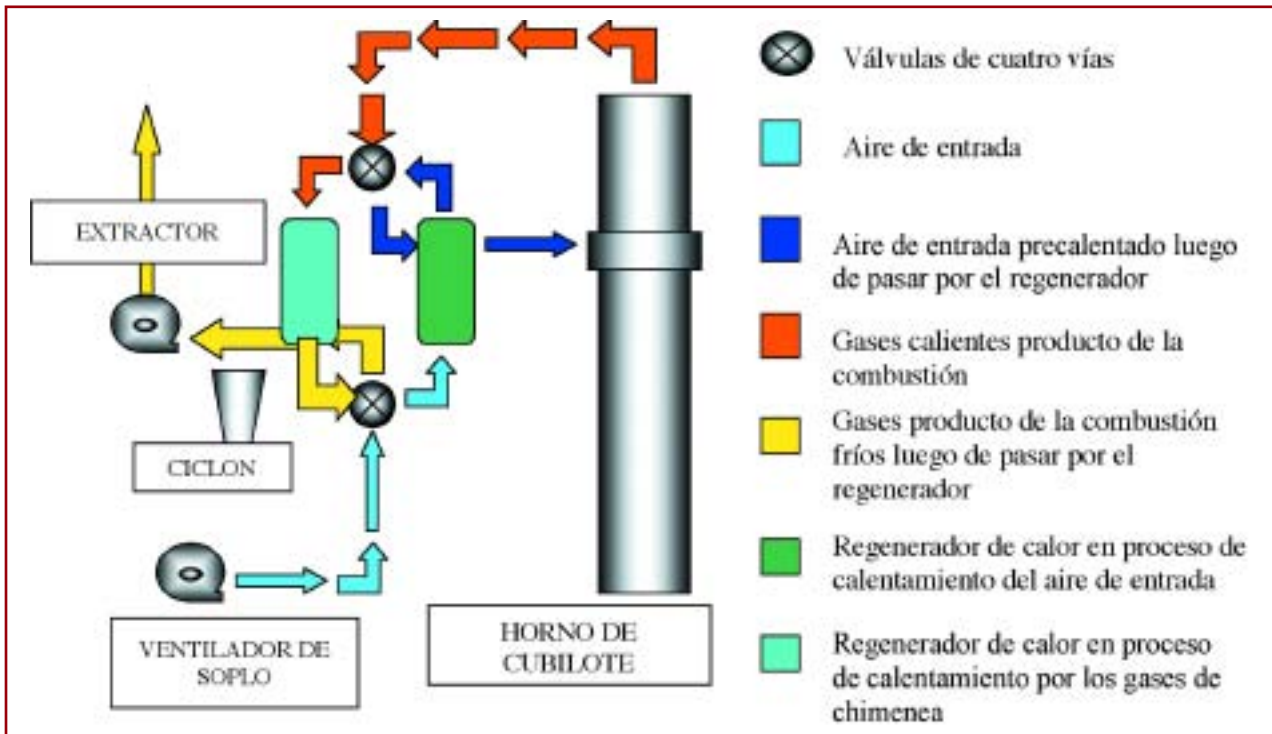


Figura 4. Esquema de funcionamiento del sistema de regeneración de calor del horno de cubilote de la Universidad de Antioquia.

- Se analizaron el O_2 y el CO_2 en los gases de combustión antes de pasar por el post-quemador.
 - Se calculó la producción tomando como base el metal consumido con respecto al tiempo.
- Enfriamiento del cubilote y extracción de las muestras: Para enfriar el horno de cubilote se reemplazó el ai-

CONDICIONES DEL SOPLO						
Variable						Valor
Soplo total (aire + O_2 de enriquecimiento) [Nm^3/s]						0.108
Temperatura del soplo [$^{\circ}C$]						410
Total % CO_2 en el soplo						26.83
% O_2 de enriquecimiento						5.83
Caudal de oxígeno puro adicionado [Nm^3/s]						$8.00E-3$
Humedad relativa						65
CONDICIONES DE LA CARGA						
Material	Coque	Caliza	Carburo de silicio		Carga metálica	
			Granel	Briquetas	Acero	Hierro blanco
Peso [kg]	3.0	1.0	0.15	0.45	6.0	6.0
Tamaño [m]	0,037-0,078	0,025-0,038	0,02	0,05	0,002	0,01
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARGA						
Carga metálica	%C	%Si		%Cu		
Hierro blanco	3.322	1.399		0.799		
Acero	0.062	0.002		0.007		
Carburo de silicio	%SiC	%Carbón libre	%Cemento	%SiO ₂		
Briquetas	36.00	27.00	10.00	27.00		
Granel	97.96	1.04	0.50	0.50		

Tabla 3. Condiciones de operación.

re del soplo por una corriente de nitrógeno gaseoso (~ 0.134 Nm³/s) con el fin de detener las reacciones de combustión y mantener una atmósfera inerte en la zona de fusión. Además se adicionó agua (~ 1,5 x 10⁻⁴ m³/s) por la puerta de carga. La finalización del proceso de enfriamiento se tomó como el momento en que el agua empezó a salir por las toberas. Durante el proceso se tomó la temperatura al nivel de las toberas (figura 5). La figura 6 (a) muestra el sistema de adición de agua por la puerta de carga y la figura 6 (b) es una vista general del proceso de enfriamiento. Se observa como sale vapor de agua del horno.

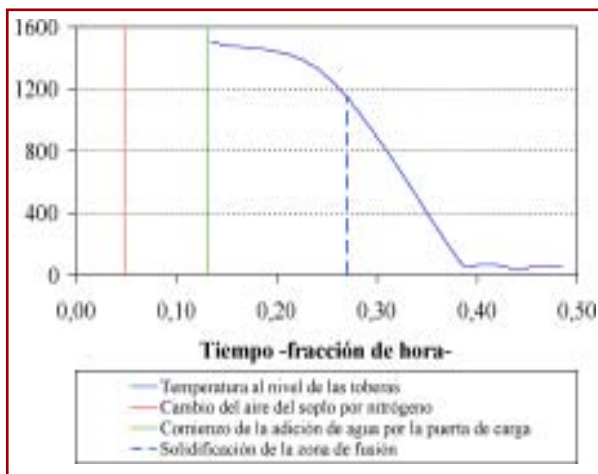


Figura 5. Evolución de la temperatura al nivel de las toberas durante el proceso de enfriamiento del horno.

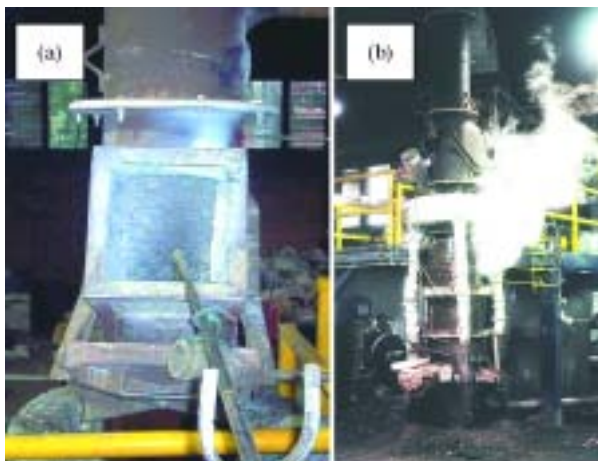


Figura 6. (a) Adición de agua por la puerta de carga. (b) Imagen del apagamiento del horno de cubilote.

Una vez enfriado el horno se procedió a la extracción de las muestras de su interior. Con el fin de facilitar este proceso el horno se acondicionó para ser

Nivel	Distancia desde el nivel de las toberas [m]
0*	2,10
1	1,42
2	1,30
3	1,20
4	1,10
5	1,00
6	0,90
7	0,80
8	0,70
9	0,60
10	0,50
11	0,40
12	0,30
13	0,20
14	0,10
15**	0,000
16	-0,100
17	-0,200
18	-0,300

*Puerta de carga. ** Nivel de las toberas.

Tabla 4. Distancia desde el nivel de las toberas hasta el centro de cada nivel de muestreo.



Figura 7. Vista general de las condiciones de los materiales de carga luego del enfriamiento del horno. La primera figura corresponde al Nivel 4, la segunda al Nivel 9.

desarmado en cinco módulos. Los materiales se extrajeron en capas de ~0,1 m. En la tabla 4 se puede ver la distancia desde el nivel de las toberas hasta el centro de cada nivel. Los puntos de fusión del hierro y del acero se encontraron a 0,47 m y 0,15 m respectivamente por encima del nivel de las toberas. En la figura 7 se pueden ver algunas vistas generales del proceso de extracción de muestras. Las muestras metálicas extraídas fueron analizadas mediante espectrometría de Emisión Óptica.

Simulación: Las condiciones de operación de la colada se simularon con el programa CupolaMelt-I. Los valores de los parámetros usados para ajustar la simulación se pueden observar en la tabla 5.

RESULTADOS

La comparación entre los resultados experimentales y los de la simulación se pueden observar en la tabla 6. El CO en los gases de salida fue calculado con la ecuación 1. La ecuación requiere de los valores de O₂ en el aire del soplo y de O₂ y CO₂ en los ga-

ses de chimenea, además no considera el CO₂ producido por la calcinación de la caliza. La eficiencia de combustión (RC) se calculó utilizando la ecuación 2. Las desviaciones en los valores expresados en porcentaje se calcularon como la desviación absoluta. La desviación para la producción y la temperatura del metal en piqueta se calcularon como la desviación relativa.

$$CO_{(abstracción)} = 2(O_{2(soplado)} - CO_{2(chimenea)} - O_{2(chimenea)})$$

Ecuación 1

$$RC = \left(\frac{CO_{(chimenea)}}{CO_{2(chimenea)} + CO_{(chimenea)}} \right) \times 100$$

Ecuación 2

Los resultados de la caracterización de las muestras metálicas obtenidas tras el enfriamiento en los niveles por encima de las toberas se pueden ver en la tabla 7. Los valores en el nivel 0 (cero) correspon-

Parámetro	Valor
Fracción de la gota de metal expuesta al gas	0,63
Fracción de superficie del coque expuesta al gas	0,63
Fracción de calor de la reacción de combustión que permanece con los gases	0,95
Fracción de aire del soplo que entra en el cubilote	0,82
Ajuste del coeficiente de recuperación de carbono	1,20
Ajuste del coeficiente de difusión del S en el FeO	1,20
Fracción universal efectiva de área de transferencia de calor	0,40

Tabla 5. Parámetros usados para la simulación de la colada con el programa CupolaMelt-1 [22].

	Real	Simulación	Desviación
%CO ₂ (chimenea) [%volumen]	7,88	11,6	3,72%
%O ₂ (chimenea) [%volumen]	5,76	---	---
%CO(chimenea) [%volumen]	26,4	24,1	2,30%
%C(en piqueta) [%peso]	3,60	3,59	0,01%
%Si(en piqueta) [%peso]	2,30	2,29	0,01%
Temperatura del metal(en piqueta) [°C]	1.523	1,544 (piqueta) 1,525 (en el canal de colada)	0,13%**
Producción [kg/h]	339	324	4,42%
RC	22,98***	32,40***	9,51%

Nota: * Calculado con la ecuación 1. ** Se calcula con respecto a la temperatura en el canal de colada continua. *** Calculado con la ecuación 2.

Tabla 6. Comparación entre los resultados experimentales y los simulados.

Nivel	Distancia desde el nivel de las toberas [m]	Hierro			Acero		
		%C	%Si	%Cu	%C	%Si	%Cu
0 _{Carga}	2,10	3,322	1,399	0,799	0,062	0,002	0,007
1	1,42	---	---	---	---	---	---
2	1,30	---	---	---	0,047	0,000	0,010
3	1,20	3,155	1,318	0,833	0,062	0,000	0,009
4	1,10	3,191	1,336	0,822	0,062	0,000	0,009
5	1,00	3,101	1,336	0,836	0,030	0,000	0,008
6	0,90	---	---	---	0,069	0,000	0,007
7	0,80	3,163	1,298	0,844	0,051	0,000	0,008
8	0,70	3,220	1,379	0,823	0,058	0,000	0,012
9	0,60	3,407	1,275	0,800	0,058	0,000	0,008
10	0,50	3,392	1,341	0,783	0,062	0,000	0,007
11	0,40	3,211	1,252	0,803	0,035	0,000	0,007
12	0,30	3,038	1,372	0,818	0,124	0,000	0,006
13	0,20	3,237	1,045	0,734	0,124	0,000	0,006
14	0,10	2,717	0,896	0,673	---	---	---
15	0,00	3,150	1,217	0,758	---	---	---

Tabla 7. Resultados de la caracterización de las muestras metálicas extraídas del cubilote tras el enfriamiento.

den a los materiales de la carga. La comparación entre los perfiles experimentales y los simulados para el carbono y el silicio en el hierro y el acero se pueden observar en las figuras 8 y 9.

ANÁLISIS

Predicción del comportamiento global del cubilote

Los resultados experimentales y los simulados presentan un muy buen ajuste con respecto a la com-

posición, la temperatura y la producción del hierro final (ver tabla 6).

Análisis de las condiciones internas del cubilote

La relativa constancia de los valores experimentales de carbono y silicio en el hierro y en el acero en las regiones en los que se encuentran sólidos, demuestran que ni la carburación, ni la oxidación del carbono y el silicio avanzan en un grado significativo. Se notó un pequeño grado de carburación del a-

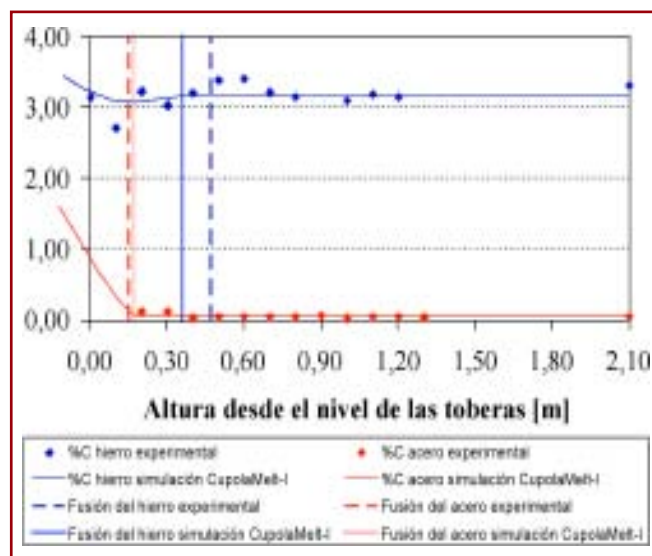


Figura 8. Perfiles de carbono en el hierro y el acero.

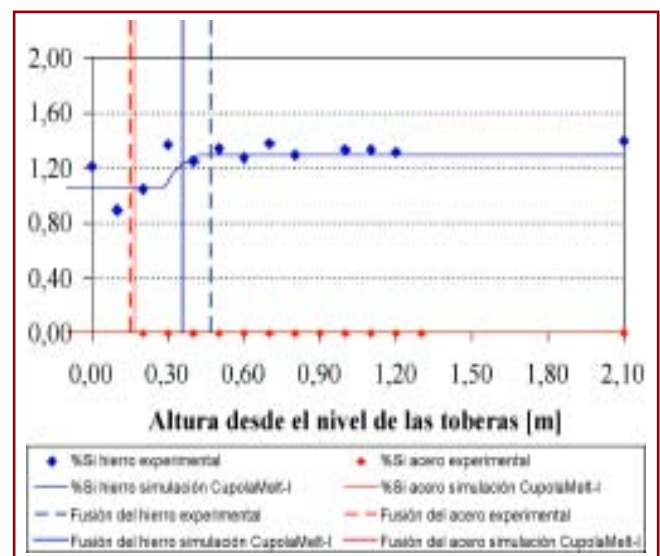


Figura 9. Perfiles de silicio en el hierro y el acero.

cero (de 0,05% a 0,10% C) a una pequeña distancia del punto de fusión.

El punto de fusión del hierro se localizó a 0,47 m por encima del nivel de las toberas, el punto de fusión obtenido de la simulación se encontró 0,12 m por debajo del punto experimental. Una vez fundido se encontró una disminución en el porcentaje de carbono. Un comportamiento similar se observó para el silicio. El ajuste entre los perfiles experimentales y los de la simulación fue bueno.

El aspecto más sorprendente del análisis fue la ausencia de acero en la región en la que los resultados experimentales y los simulados indican que éste se debería encontrar fundido (ver figuras 8 y 9). Es importante anotar que se encontró un buen ajuste entre los puntos de fusión del acero experimental y simulado (0,15 m y 0,17 m respectivamente). Por prudencia no se realizan especulaciones a este respecto hasta tanto no se realice el análisis de las condiciones por debajo del nivel de las toberas.

CONCLUSIONES

1. El buen ajuste entre los resultados experimentales y los simulados indican que el proceso de enfriamiento no altera de forma significativa las condiciones en el interior del cubilote.
2. Uno de los beneficios de la simulación es que ofrece explicaciones a los fenómenos observados.
3. Este estudio demuestra que mientras la carga metálica se encuentra sólida no ocurren cambios significativos en el carbono y el silicio en la carga metálica. Se notó una pequeña carburación del acero por encima de su punto de fusión.
4. Las gotas de hierro mostraron signos de decarburación luego de que este material de carga se funde, lo que se atribuye a las condiciones oxidantes en esta zona.
5. La correspondencia entre los resultados experimentales y los simulados indican que los fenómenos físicos y químicos en el horno de cubilote son independientes de su tamaño.
6. El impacto de la investigación en cubilotes pequeños y de las predicciones del CupolaMelt-I proporcionan un campo para el estudio del comportamiento de nuevos materiales en el cubilote y de mejoras en el proceso de fusión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer el apoyo financiero proporcionado por Katz Associates, el Departamento

de Energía de los Estados Unidos (DOE), la American Foundry Society (AFS) y la Universidad de Antioquia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N.E. Rambush and G.B. Taylor. "A New Method of Investigation the Behavior of Charge Material in an Iron-Foundry Cupola and Some Results Obtained". *Foundry Trade Journal*. 1945.
- [2] H. W. Lownie, Jr, D.E. Krause and C.T. Greenidge. "How Iron and Steel Melt in a Cupola". *AFS Transactions*. Volume 60. pp 766-771. 1952.
- [3] S. Katz, Private communication.
- [4] S. Katz, M.E. Bauer and T.J. Mutton, "Performance of Briquetted and Lump Silicon Carbide on Cupola Operations," *AFS Trans.*, 2004.
- [5] V. Stanek, B.Q. Li; J.Szekely. "Mathematical Model of a Cupola Furnace-Part I: Formulation and an Algorithm to Solve the Model". *AFS Transactions*. Volume 100. 1992.
- [6] W. Shu, W. Li and Z. Chen. *Cast Metal*. Volume 2. p 44-51. 1989.
- [7] C. Landefeld. "Chemical Process and Heat Loss in Cupola". *Foundry Processes their Chemistry and Physics*. Plenum Press New York. 1988.
- [8] H. Sun, R.D. Pehlke. "Kinetics of Oxidation of Carbon in Liquid Iron-Carbon-Silicon-Manganese-Sulfur Alloys by Carbon Dioxide in Nitrogen". *Metallurgical and Materials Transactions B*. Volume 26B, p 335-344. April 1995.
- [9] Olsson, R.G., Koump, V., Perzak, T.F. "Rate of Dissolution of Carbon in molten Fe-C Alloys". *Trans. Met. Soc. AIME*. Volume 236. pp 426-429. 1966.
- [10] Angeles, O., Geiger, G. H., Loper, Jr., C. R. "Factors Influencing Carbon Pickup in Cast Iron". *AFS Transactions*. Volume 76. pp 3-11. 1968.
- [11] A. Mihailovic and B. Marincek: *Arc. Eisenhüttenwes*, vol 44, 1973, pp 507-512.
- [12] V. Sahajwalla, R.D. Pehlke. "Experimental Investigation and Mathematical Modeling of Carbon Transport in a Cupola". *AFS Transactions*. Volume 100, p 343-352. 1992.
- [13] V. Sahajwalla, R.D. Pehlke, C.F. Landefeld, S. Katz. "Modeling Key Cupola Reactions: Behavior of Carbon, Silicon and Manganese". *AFS Transactions*. Volume 99, p 269-276. 1991.
- [14] V. Sahajwalla, R.D. Pehlke. "Carbon Transfer in Iron Melting: Activity-Based Mathematical Model, Experimental Investigation and Implications in Cupola Melting". *AFS Transactions*. Volume 101, p 313-321. 1993.
- [15] V. Stanek, S. Katz, C. Landefeld, R. Pehlke, V. Sahajwalla. "Mathematical Model of a Cupola Furnace-Part VI: Role of the Holdup of Liquid Metal in the Coke Bed of the Shaft". *AFS Transactions*. Volume 101, pp 833-838. 1993.
- [16] V. Stanek; J. Szekely; V. Sahajwalla; R. Pehlke; C. Landefeld; S. Katz. "Mathematical Model of a Cupola Furnace-Part IV: Carbon Pickup, Metal Charge Oxidation and Cupola Shell Heat Losses". *AFS Transactions*. Volume 100, pp 459-466. 1992.
- [17] H. Sun, R.D. Pehlke. "Predictions of Liquid Cast Iron Composition Profiles in the Coke Bed of a Cupola". *AFS Transactions*. Volume 101, p 305-312. 1993.
- [18] H. Sun, R.D. Pehlke. "Predictions of Liquid Steel Composition Profiles in the Coke Bed of a Cupola". *AFS Transactions*. Volume 103, p 231-235. 1995.
- [19] Landefeld, C. F., Katz, S. "A Dual Stream Model of Carbon Pickup Based on Carbon Activity". *Cast Metals*. Volume 3. pp 163-171. 1990.
- [20] H. Sun, R.D. Pehlke. "Kinetics of Oxidation of Carbon in Liquid Iron-Carbon-Silicon-Manganese-Sulfur Alloys by Carbon Dioxide in Nitrogen". *Metallurgical and Materials Transactions B*. Volume 26B, p 335-344. April 1995.
- [21] H. Sun, R.D. Pehlke. "Kinetics of Oxidation of Multicomponent Liquid Iron Alloys by Oxidizing Gases Using Levitation Melting". *AFS transactions*. Volume 67, p 371-376. 1992.
- [22] S. Katz, V. Stanek and CF Landefeld, "Computer Assisted Cupola Operation. Part 1-Basic Cupola Model." *Cupola Handbook*, 6th Edition, American Foundry Society, Des Plaines, IL, p 27-2 - 27-10 (1999).
- [23] S. Katz. V. Stanek and C.F. Landefeld, "Part I-Basic Cupola Model". *Cupola Handbook*, 6th Edition, Chapter 27 (1999).
- [24] Vladimir Stanek. Internal report "Study of the silicon behavior added like carbide silicon in the cupola furnace". Praga, November, 2006.
- [25] H. Mejía, C. Silva, R. Aristizábal. "Incremento de productividad por recuperación de calor en gases de chimenea de un horno de cubilote". *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. Número 28. pp 76-85. Abril de 2003.

Boletín Técnico F.E.A.F.

Noticias publicadas en el Boletín Técnico de la FEAF del mes de diciembre 2007

INAUGURACIÓN DE ECOFOND

El pasado 28 de Noviembre tuvo lugar la inauguración de la planta de tratamiento de arena que la empresa ECOFOND ha instalado en SALVATIERRA – AGURAIN (Álava).

Entre los asistentes al acto, destacar la presencia de la Consejera de Industria, Comercio y Turismo, Excm. Sra. Dña. Ana Aguirre y la Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Exma. Sra. Dña. Esther Larrañaga, así como el Alcalde de Salvatierra, D. Iñaki Beraza.



ECOFOND, es la primera planta en España que recicla arenas de fundición. Esta planta supone un paso adelante en la gestión de los residuos del sector de Fundición, al hacer posible la reutilización pro-



pia de las arenas usadas de moldeo en verde. Se estima que en la actualidad se llevan a vertedero en torno a 60.000 t/año de este residuo en la CAPV.

La instalación, diseñada por la empresa de ingeniería ERAL Equipos y Procesos, tiene una capacidad



máxima de 70.000 t/año, va a emplear a 15 trabajadores y ha supuesto una inversión de 4,5 millones de euros.

Además de los fondos propios de la empresa, presidida por la Asociación de Fundidores del País Vasco y Navarra, y en la que participan un grupo de fundiciones e inversores privados, han contribuido a financiar / avalar esta cantidad las siguientes entidades: CONSEJERÍA DE INDUSTRIA / SPRI, CDTI, CAJA VITAL, KUTXA, BBVA, LUZARO, ELKARGI, OINARRI y FUNDACIÓN MICHELÍN DESARROLLO.

ECOFOND

El novedoso proyecto surgió como conclusión en el año 2004 del "Proyecto de cooperación de arenas de fundición" liderado por la AFV. Posteriormente se creó un grupo promotor del mismo que desarrolló la idea bajo la gestión de D. Jesús Aranzabal de Inasmet, que culminó con la creación de la empresa gestora ECOFOND. Ya en 2004, a raíz de la firma de un Acuerdo Ambiental Voluntario suscrito por más de una treintena de empresas fundidoras con el Gobierno Vasco, las fundiciones se comprometían a adaptar sus instalaciones para posibilitar la valorización, reutilización y/o regeneración de las arenas de fundición, realizando la AFV un papel coordinador, conciliador y promotor de los objetivos sectoriales establecidos en el presente Acuerdo, entre ellos la promoción y creación de la planta gestora de residuos de fundición.

La planta de regeneración de arenas entró en funcionamiento regular el pasado mes de Julio. Previamente se habían realizado pruebas de fabricación de machos con arena regenerada de 10 fundiciones siendo los resultados satisfactorios. En la actualidad son ya 4 las fundiciones que han comprobado el buen comportamiento de la arena lavada en la fabricación en serie de machos.

Es de esperar que a corto medio plazo se incremente el número de usuarios de la planta una vez que se adapten los sistemas de recogida y transporte de la arena usada.

LAS NUEVAS DIRECTRICES EUROPEAS MODIFICARÁN LOS REQUISITOS DE LAS SUBVENCIONES EN MEDIO AMBIENTE PARA LAS EMPRESAS VASCAS

Según el último borrador, previsiblemente sólo serán subvencionables los proyectos de inversión

que todavía no hayan sido iniciados. Además, el porcentaje máximo de financiación se podrá incrementar para determinados tipos de proyectos.

Actualmente, la Comisión Europea se encuentra finalizando el proceso de revisión de las "Directrices Comunitarias sobre Ayudas Estatales a favor del Medio Ambiente" que entrarán en vigor con el nuevo año 2008.

Algunas de las medidas que se proponen y que pueden tener mayor significación entre el tejido empresarial son precisamente dos, la que se refiere al plazo en que se acometen las inversiones y la que se refiere al porcentaje de financiación en determinadas tipologías de proyectos.

Respecto al plazo, el objetivo de todas las ayudas que se conceden ha de ser el de provocar un "efecto incentivador" en el receptor de la ayuda.

La Comisión es clara en ese sentido y "... considera que las ayudas nunca tienen un efecto incentivador sobre el beneficiario cuando éste presenta la solicitud de ayuda a las autoridades nacionales con posterioridad al inicio del proyecto".

Dicho en otras palabras, en caso de aprobarse dichas Directrices Comunitarias de acuerdo a su redacción actual, previsiblemente no serían subvencionables los proyectos de inversión que ya hayan sido iniciados en el momento de solicitar la ayuda.

Anteproyecto de las Directrices Comunitarias sobre ayudas estatales a favor el Medio Ambiente:

http://ec.europa.eu/comm/competition/state_aid/reform/guidelines_environment_es_2.pdf

MODIFICACIÓN EN LEY DE IPPC PARA ELIMINAR LA PRÓRROGA INDEFINIDA DE LA AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA

Se establece un plazo taxativo de seis meses a contar desde el 30 de octubre de 2007 para que las empresas sometidas a la Ley de prevención y control integrados de la contaminación (Ley IPPC) puedan obtener la Autorización Ambiental Integrada.

A través de una enmienda acogida en la Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad aprobada el pasado 22 de Noviembre en el Congreso, se ha procedido a modificar la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contamina-

ción (ley IPPC) con el fin de eliminar la prórroga indefinida incluida en la misma, cuestión ésta sobre la que la Comisión Europea había hecho llegar a España su discrepancia sobre la transposición de la correspondiente Directiva Europea.

La Directiva IPPC transpuesta en 2002 en España, había fijado la fecha límite del pasado 30 de octubre, pero incluía una disposición adicional que permitía a las empresas seguir funcionando sin la autorización, en el caso de que hubieran presentado la documentación a las distintas administraciones.

A partir de la modificación aprobada en la norma a través del proyecto de ley de Patrimonio Natural queda sin efecto la posibilidad de que las instalaciones existentes que hubieran solicitado en tiempo y forma su autorización ambiental integrada (AAI) sigan funcionando sin mediar resolución expresa de las CCAA.

Ahora se establece un plazo taxativo y cerrado de seis meses a contar desde el 30 de octubre de 2007 en el que las Comunidades Autónomas tendrán que emitir resolución expresa de autorización o denegación de la posibilidad de operar de las instalaciones sometidas a la ley IPPC. Este extremo ha sido comunicado a la Comisión Europea para su conocimiento.

Con la medida tomada se solventa así el problema surgido por las dificultades administrativas que la mayoría de las CCAA han tenido que afrontar en el año 2007 como competentes a la hora de conceder las AAI, evitando a la vez tanto el perjuicio de instalaciones que pudieran verse obligadas a suspender su operación por retraso de la administración autonómica competente, así como la situación de que se permitiera operar indebida e indefinidamente a instalaciones sin la correspondiente autorización, la cual ahora deberá otorgarse expresamente ANTES DEL 30 DE ABRIL DE 2008.

El nuevo permiso endurece significativamente las condiciones actuales: ahora se protege el agua, el suelo y la atmósfera de forma independiente, fijando niveles máximos de emisiones en cada ámbito. La nueva regulación se basa en una visión integral, al globalizar todos los impactos y reunir en una sola todas las autorizaciones, que ahora otorgan de manera separada las distintas administraciones.

Junto a esto, cada industria tiene impuestos unos límites de emisiones o vertidos de manera individualizada, en función de su emplazamiento, el sis-

tema de producción empleado o los riesgos existentes. La vigencia del permiso es de ocho años.

LEY ESTATAL 34/2007, DE CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA (BOE Nº 275 DE 16/11/2007)

El 16 de Noviembre se ha publicado la LEY ESTATAL 34/2007, de CALIDAD del AIRE y PROTECCIÓN de la ATMÓSFERA, tras ser aprobada en el Parlamento el pasado 31 de octubre, tal y como ya les adelantamos en nuestro boletín técnico Octubre 2007.

- Sustituye a la anterior Ley de Protección del Medio Ambiente Atmosférico de 1972 (Ley Estatal 38/1972).
- Deroga el RAMINP: Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre.

Este Reglamento mantendrá su vigencia en aquellas comunidades y ciudades autónomas que no tengan normativa aprobada en la materia, en tanto no se dicte dicha normativa.

- Comprende todas las fuentes de contaminantes relacionados en el Anexo I correspondientes a las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera enumeradas en el Anexo IV, determinando obligaciones para los titulares de las instalaciones donde se desarrollen dichas actividades.
- Contiene disposiciones relativas a la evaluación y gestión de la calidad del aire. Así, prevé que el Gobierno, con la participación de las Comunidades Autónomas, deberá fijar objetivos de calidad del aire, las condiciones y plazos para alcanzarlos. Para ello, las Comunidades Autónomas y, en su caso, las entidades locales evaluarán regularmente la calidad del aire y zonificarán su territorio según los niveles de los contaminantes. Dicha zonificación deberá ser tenida en cuenta en la elaboración y aprobación de planes urbanísticos y de ordenación del territorio.
- En materia de control de las emisiones, la Ley habilita al Gobierno, con la participación de las Comunidades Autónomas, para establecer valores límite de emisión para contaminantes y actividades. Además establece un régimen de interven-

ción administrativa sometiendo a autorización de las Comunidades Autónomas la construcción, montaje, explotación, traslado o modificación sustancial de aquellas instalaciones en las que se desarrolle alguna de las actividades pertenecientes a los grupos A y B del anexo IV, y a notificación las actividades pertenecientes al grupo C; no obstante, quedan exceptuadas las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (Ley IPPC).

- Identifica instrumentos de fomento de la protección de la atmósfera, entre otros los acuerdos voluntarios, los sistemas de gestión y auditorías ambientales, la investigación, desarrollo e innovación y la formación y sensibilización.
- También cabe mencionar las referencias de la Ley a la adopción por parte de las Comunidades Autónomas, y en su caso entidades locales, de las medidas de inspección necesarias para garantizar su cumplimiento. Asimismo, la Ley prevé un régimen sancionador aplicable ante hechos constitutivos de infracción conforme a la misma.

TEXTO COMPLETO:

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/11/16/pdfs/A46962-46987.pdf>

PROTOCOLO DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA

A fecha 20 de Noviembre de 2007 el Registro de instalaciones en las que se aplica el Protocolo, incluye 128 instalaciones: 25 del Sector Siderúrgico, 96 del de la recuperación (sector chatarrero) y 6 del sector fundición (3 fundiciones de FEAF).

Detecciones-retiradas

El gráfico elaborado por el CSN (Consejo de Seguridad Nuclear) con los países de procedencia de las fuentes detectadas en 2007 (28 fuentes radiactivas), indica que Rusia y Lituania son países recurrentes de estas fuentes. Así, de España proceden el 21,4% de las fuentes detectadas; Rusia: 25; Lituania: 14,3%; Alemania: 7,1%; Colombia: 7,1%; Camerún 3,6%; Reino Unido, 3,6%; Portugal: 3,6% y un 14,3% se desconoce el origen.

En 2007 han tenido lugar un total de 110 detecciones en las empresas adscritas al Protocolo, de las cuales el 25% corresponden a fuentes radiactivas, un 0,9% son piezas con contaminación artificial;

9,1% indicadores con pintura luminiscente; 6,4% productos con Torio; 11,8% Piezas de Uranio; 5,5% Pararrayos radiactivo; 0,9% detectores iónicos de humo. Un 19,1% corresponden a piezas con contaminación natural (NORM) y un 20,9% estaban pendientes de caracterizar a fecha 31 de Octubre de 2007. En su mayoría son fuentes de Cs-137, Ra-226 y Co-60. Se sabe que el Cs-137 se incorpora al polvo de horno, el Co-60 al acero (metal) y el Ra-226 a la escoria, una vez fundida la fuente.

Incidentes producidos

En el año 2007 se han producido dos incidentes relevantes en una Siderurgia y una Acería vascas. En la primera hubo que retirar 2,5 toneladas de material contaminado desde el punto de vista radiológico, como consecuencia de la fusión de una fuente de alta actividad.

ACTUACIONES DEL GRUPO TÉCNICO

Entre las diferentes actuaciones que se están llevando a cabo en el Grupo Técnico, destacar que se ha elaborado un documento relativo a Esquema de actuaciones para el refuerzo del objetivo "preventivo" en la aplicación del Protocolo para la vigilancia radiológica en la industria del metal.

Fruto de la experiencia acumulada con los 9 años de funcionamiento del Protocolo, las Autoridades españolas implicadas comienzan a tener información suficiente como para identificar países de origen frecuente de las fuentes, algunas de ellas de fácil identificación, y también algunos destinos recurrentes de las mismas en España.

Considerando además que los embarques van acompañados por certificados en origen que indi-



Equipo con fuente de Co-60.

can que han sido sometidos a una revisión radiológica, parece claro que hay que acometer acciones de mejora en la eficacia de la aplicación del "Protocolo" hacia el futuro, para lo cual ya se están tomando las acciones oportunas.

Otras actuaciones del grupo técnico están orientadas a la preparación de "Planes de acción genéricos" para caso de incidentes de procesamiento de materiales metálicos radiactivos, que permitan simplificar la edición de los específicos que pide el Protocolo, así como proyectos de investigación, como por ejemplo la ejecución del Proyecto de control y vigilancia de materiales metálicos mediante pórticos, con el objetivo de tener un conocimiento técnico en España del funcionamiento de estos equipos, y armonizar los parámetros de funcionamiento de los pórticos instalados.

SUBGRUPO TÉCNICO DE FUNDICIÓN

Dentro del Grupo Técnico se constituyó el 21 de Septiembre de 2006 un subgrupo para la adaptación del Protocolo a las particularidades del Sector de Fundición, en el que participan 2 fundiciones del Sector y representantes del Grupo Técnico: CSN (Consejo de Seguridad Nuclear), ENRESA, UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas), FER (Federación Española de Recuperadores) y la propia FEAF.

Fruto de las actuaciones derivadas de este grupo de trabajo el pasado mes de Septiembre se aprobó definitivamente en Junta Directiva de FEAF el SISTEMA DE EQUIPAMIENTO MÍNIMO QUE DEBEN DISPONER LAS FUNDICIONES QUE DESEEN ADSCRIBIRSE AL PROTOCOLO.

Este documento de "Requerimientos de equipamiento técnico y de control radiológico en las fundiciones integrantes del Protocolo", se fundamenta en la existencia de un detector portátil, si bien para un volumen de consumo superior a las 10.000 tn/año de chatarras se recomienda la instalación de pórtico. Para la elaboración de la propuesta se ha tenido en cuenta la clasificación (procedencia) de las chatarras utilizadas en las fundiciones, así como el consumo, y se ha contado en todo momento con la experiencia y el conocimiento del Grupo Técnico.

Se está elaborando un procedimiento que sirva para la detección y segregación con un detector portátil, el cual está en fase de borrador y comen-

SU POKER DE ASEES
REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

FUNDI *press*
Global Die Servicing Solidity

MOLD *press*
Hacerse la suya a la realidad
DEL CAM

TRATER *press*
CSFI

SURFAS *press*
Soluciones para el Tratamiento de superficies
CONIEX

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

tarios. Existe ya un procedimiento de actuación en el caso de utilizar el pórtico como sistema de detección.

Paralelamente la FEAF ha propuesto a ENRESA que los cursos básicos de protección radiológica que se imparten para las fundiciones incluyan una práctica también de detección y segregación con el monitor portátil, adaptada así a los fundidores.

Por otra parte también se dispone ya de un borrador de documento sobre ventajas e inconvenientes de la adhesión al Protocolo, iniciativa que también fue propuesta por FEAF al Grupo Técnico.

Dado el interés mostrado por algunas fundiciones en la posibilidad de adquirir un pórtico, la FEAF se ha puesto en contacto recientemente con D. Juan Antonio González, quien participa directamente y de manera activa en el mencionado Proyecto de control y vigilancia de pórticos financiado por CSN y ENRESA, quien ha facilitado a la FEAF información de primera mano sobre 3 tipos de pórticos básicos, que bajo su experiencia son lo suficientemente eficaces y exigentes, para instalarse en las plantas fundidoras.

Ésta y cualquier información relacionada con la vigilancia radiológica en las fundiciones está a la disposición de las empresas de FEAF que así lo soliciten.

ACTIVIDADES DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN

En el año 2007 se han realizado en el marco del Protocolo seis cursos de nivel básico, un curso de nivel avanzado y un curso de actualización. Concretamente en los cursos de 2007 han participado 14 personas de 11 fundiciones de FEAF. Desde el año 2004, 47 personas de 28 empresas de FEAF han participado en los cursos básicos de Protección Radiológica impartidos por ENRESA. Una empresa ha vuelto a participar en el nuevo curso de actualización diseñado este año 2007.

Los cursos básicos son organizados por ENRESA en colaboración con las Asociaciones Sectoriales (FER, UNESID y FEAF) y son totalmente gratuitos para las empresas asociadas a ellas.

En orden a planificar las futuras actividades formativas, las Asociaciones Sectoriales, en este caso FEAF, debemos transmitir a ENRESA las necesidades que se nos planteen en nuestras empresas.

CAMPAÑA PARA LA BÚSQUEDA, RECUPERACIÓN Y GESTIÓN DE LAS FUENTES RADIATIVAS HUÉRFANAS

El MITYC, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, está promoviendo una campaña para la búsqueda, recuperación y gestión de fuentes radiactivas huérfanas, tal como está previsto en el Real Decreto 229/2006, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas. Esta campaña cuenta con la colaboración del CSN y se ha encargado a ENRESA su ejecución.

Desde ENRESA se han enviado más de 1.000 cartas a instituciones informando de la realización de esta campaña y está previsto que se retiren 8 fuentes antes de que termine el año. Este tipo de fuentes proceden, en una alta proporción, de universidades, del sector de la construcción y de las confederaciones hidrográficas.

ACUERDO FEAF-LAINSA. SERVICIO UTPR

La FEAF firmó el 18 de Abril de 2006 un ACUERDO PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA AL CONTROL RADIOLÓGICO DE MATERIALES ENCONTRADOS EN LA CHATARRA con LAINSA, Unidad Técnica de Protección radiológica (UTPR), que puede ser utilizado por todas las empresas de FEAF que se adhieran al Protocolo. El Acuerdo contempla un servicio básico de actuación y las tarifas se establecen en función de tres regiones de actuación a nivel nacional para la Península.

El apoyo de una UTPR es necesario en caso de alarma significativa en un cargamento de chatarras que llegue a la instalación, o bien, en el caso de detección real de material radiactivo en el proceso o en los productos resultantes.

ATENCIÓN

Hoy en día los detectores se están generalizando de forma muy amplia y cada vez son más las industrias y empresas que disponen de los mismos, como por ejemplo vertederos (la contaminación radiológica se extiende a escorias, polvos de horno, etc.), fábricas de automoción y componentes, charreros, clientes, etc, por lo que existe la posibilidad de que la contaminación radiológica sea detectada a la entrada de otra instalación y al revisar el origen del material se llegue al foco de contaminación original.

2ª EDICIÓN MASTER DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN FUNDICIÓN -iCasT-



Dirigido a:

Profesionales en activo del sector, preferentemente titulados superiores, con amplia experiencia práctica.



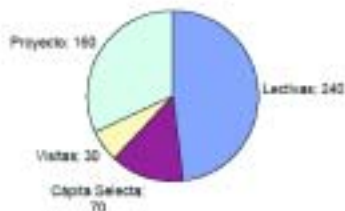
Objetivos:

- * "Ordenar" el conocimiento práctico de los asistentes a partir de principios básicos de Ciencia y Tecnología de Materiales.
- * Transmitir una amplia perspectiva de futuras tendencias, tanto las que ya se desarrollan a nivel pre-industrial como aquellas que sabemos se están gestando en Universidades y Centros de Investigación.
- * Las personas que hayan cursado el Master deberán ser agentes activos en la empresa en la que lleven a cabo su actividad, siendo capaces de reconocer nuevas oportunidades tecnológicas y evaluar su impacto. Estas personas serán un interlocutor natural con los Centros Tecnológicos, las unidades de I+D, etc.



Metodología:

Exposiciones en aula; prácticas con programas de simulación y técnicas experimentales; Capita Selecta: Seminarios invitados a cargo de expertos reconocidos en áreas concretas; mesas redondas con expertos sobre tendencias tecnológicas sectoriales; visitas a empresas y Centros Tecnológicos; preparación y defensa de un Proyecto Personal que se desarrollará en coordinación con la empresa; acceso a bibliografía, normas, etc.



Contenidos:

Introducción.
Conceptos básicos.
Materiales (con prácticas).
Diseño y modelización de piezas (con prácticas).
Diseño y modelización de utillajes (con prácticas).
Metalurgia líquida.
Procesos de fabricación.

Procesos de acabado y automatización.
Tratamientos térmicos, superficiales y recubrimientos.
Propiedades mecánicas de los componentes fundidos.
Sistemas de Gestión.
Proyecto personal en empresa.

Coste:

7.700 €

FECHA INICIO

29 Febrero 2008

FECHA FIN

Febrero 2009

HORARIO

Viernes- 08:30 a 13:00
y 14:30 a 17:00

LUGAR IMPARTICIÓN

Mondragón Unibertsitatea
Goi Eskola Politeknikoa
Loramendi 4, Apdo. 23
20500 Mondragón
(Guipúzcoa)

INSCRIPCIONES

Persona de contacto:
ISABEL MANGANA
imangana@eps.mondragon.edu
Tlf: 943.71.21.83/943.79.47.00
Fax: 943.79.15.36
www.mondragon.edu/iCasT

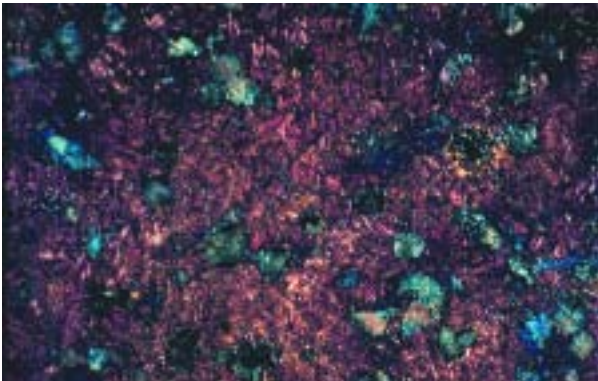
Mis micrografías

Por Jordi Tartera



Continuamos esta sección que pretende publicar aquellas micrografías que a lo largo de nuestra vida profesional nos han parecido más interesantes o curiosas. No pretenden ser ninguna novedad técnica o científica y por ello pocas explicaciones acompañarán las fotos.

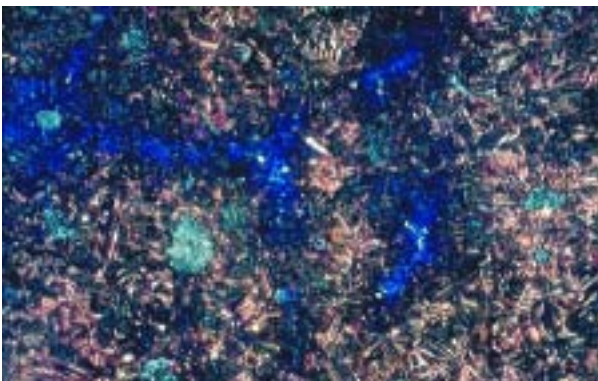
Como muchos fundidores e investigadores también han efectuado micros tanto o más interesantes, desde aquí les invitamos a que nos las envíen y las publicaremos con el nombre y foto del autor o autores.



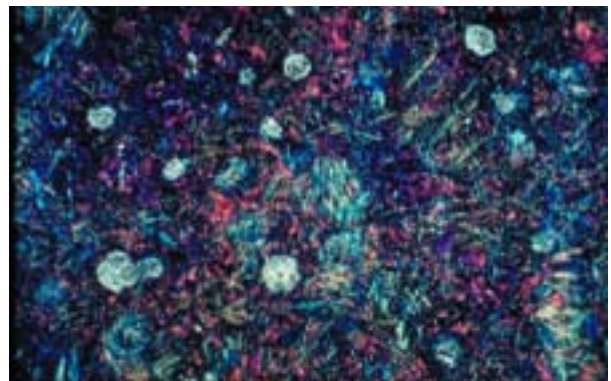
Fundición ADI. Ataque térmico.
Ausferrita superior.



Fundición ADI. Ataque térmico.
Ausferrita inferior.



Fundición ADI. Ataque térmico.
Ausferrita superior con segregación en los bordes de grano.



Fundición ADI. Ataque térmico.
Ausferrita inferior con carburos en los bordes de grano.

Inventario de Fundición



Por Jordi Tartera

Siguiendo el camino emprendido en la revista Fundición y continuado en Fundidores, vuelvo a ofrecer a los lectores de FUNDI PRESS el "Inventario de Fundición" en el cual pretendo reseñar los artículos más interesantes, desde mi punto de vista, que aparecen en las publicaciones internacionales que recibo o a las que tengo acceso.

FUNDICIONES

Inoculación de los hierros fundidos: prácticas y desarrollos

Pearce, J. En inglés. 5 pág.

Reconozco que para mí la inoculación es un tema muy sensible en el que he trabajado bastante y que me ha llevado a discutir y discrepar de muchos investigadores. Quizá por ello, leo con atención todo lo que se publica sobre el tema. En este artículo, John Pearce hace un acertado repaso de los motivos y las prácticas de la inoculación. El tratamiento del metal líquido implica normalmente el control inicial de la composición y la inherente nucleación mediante el preacondicionamiento del metal. Si se ha de producir fundición dúctil o de grafito compacto es imprescindible el tratamiento con magnesio y finalmente, para cualquier hierro fundido, la inoculación. En el hierro gris previene la formación de carburos eutécticos, asegura una distribución uniforme de grafito tipo A y evita la presencia de grafito de subfusión y de la ferrita que suele ir asociada al grafito tipo D. Sin embargo, no siempre la inoculación es exitosa debido al desvanecimiento del efecto inoculante, a la falta de control que puede traducirse en un aumento del rechupe, de porosidad causada por el Al de inoculante y la presencia de inclusiones del inoculante no disueltas y escoria. Además, es difícil inocular hierros con menos de 0,05% de S e imposible con los inoculantes tradicionales los de 0,03%. Los inoculantes conteniendo Ba resisten mejor el desvanecimiento. La presencia de Ca en un nodulizante mejora el rendimiento de Mg. El Ce es imprescindible si el caldo contiene ciertas impurezas. Lo mismo puede decirse para obtener grafito compacto sin Ti. En cualquier caso, el modo de inoculación influye notablemente en los resultados. Para la nodulización, los métodos sándwich, in-mold o tundish son preferible a los de cuchara abierta.

Foundry Trade Journal, 181 n° 3651. Ene-feb. 2008. p. 28-32

ORGANIZACIÓN

Las materias primas para fundición en el último trimestre de 2007

Lacoste, I. En francés. 5 pág.

El extraordinario desarrollo chino alteró el mercado de materias primas a principios de siglo debido a que acapara entre el 35% del mercado mundial de aluminio y el 18% de estaño con porcentajes intermedios para Cu, Zn, Pb y Ni. Mientras que en el resto del mundo la demanda crecía el 1,5%, en China el acero lo hacía un 65%, 57% el aluminio, 71% el níquel y 93% el cobre y el zinc. Por otra parte, la producción no ha podido satisfacer la demanda, en 2005 faltó 1 millón de toneladas de Cu, el 6% de la producción mundial, lo que provocó un brutal crecimiento del precio. Pero no sólo es China, otros países emergentes como India, Rusia, el Oriente Medio e incluso la América Latina experimentan crecimientos importantes. No obstante, tras cinco años de subidas se espera que en 2008 haya no sólo una ralentización sino disminución de precios. Se estima que el Zn bajará un 30%. Para el Ni, debido a que el acero inoxidable se fabrica con menos Ni, gracias al desarrollo de los inoxidables ferríticos y dúplex, se espera que no pase de los 30.500 \$/t. En el mercado del acero, la London Metal Exchange (LME), referencia mundial de materias primas ha puesto en marcha las transacciones electrónicas para disminuir la volatilidad del mercado. La generación de chatarras férricas sigue en aumento, especialmente porque se prevé un incremento del precio del mineral que algunos analistas sitúan en el 50%! Con todo, los aceristas están aumentando su capacidad de producción en países como Senegal, Mauritania o Argelia. Para los metales no féreos, la esperanza está en África. Se espera que en 2012 Zambia haga aumentar la cuota africana del 5 al 9%.

Fonderie Fondear d'Aujourd'Hui n° 272 Enero 2008 p. 34-38

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

- Granalladoras de turbina
- Equipos de chorreado
- Lavadoras y túneles de lavado



ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.

Tel. 93 246 10 00 - 93 246 16 01

E-mail: info@aymsa.com

www.aymsa.com



Granalladoras automáticas
por turbina

Cabinas para chorreado
mediante abrasivos

www.alju.es

Filtros para depuración del aire

Talleres Alju, S.L.
Ctra. San Vicente, 17
48510 Valle de Trápaga
Vizcaya - España
Tel. (+34) 944 920 111
Fax (+34) 944 921 212
E-mail: alju@alju.es

Ventilación industrial

Fabricantes con ingeniería
propia con 50 años de experiencia

Fabricación standard y a medida



Interbil

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

P.I. Sangroniz, Ibaeta 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

ASHLAND



Iberia Ashland Chemical, S. A.

CASTING SOLUTIONS

SUMINISTROS COMPLETOS PARA LA FUNDICIÓN

OFICINAS:

Muelle Tomás Olabari, 4-3º
48930 Las Arenas-Getxo
(Bizkaia) España

Tel: 94 480 46 46
Fax: 94 464 88 61
e-mail: iac@ashland.com

FÁBRICA:

Bº Brazomar, s/n
39700 Castro Urdiales
(Cantabria) España

Tel: 942 859 100
Fax: 942 803 777
e-mail: iac@ashland.com



Driven
to
Discover

Espectrómetros para analizar metales

Espectrometría de arco/chispa para analizar
la composición química porcentual (%)
de materiales metálicos

Tel. 94 471 04 01 - Fax 94 471 17 41 - comercial@spectro.es

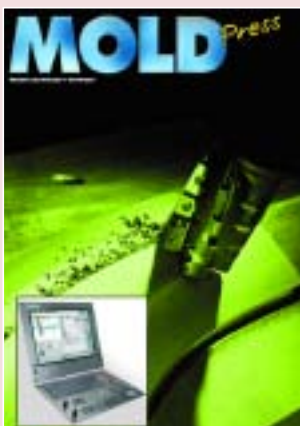
SPECTRO Hispania, S.L.
P.A.E. Azuarán, Edificio Enekuri -Nave 9
48950 ERANDIO (Asua) - Vizcaya

www.spectro.com



- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS.
- ANALIZADORES DE GASES.
- SONDAS DE OXÍGENO PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y COMBUSTIÓN.
- MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURAS EN HORNO.
- GENERADORES DE NITRÓGENO GASLAB.
- HORNO: ELTERMA PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y NITREX PARA NITRURACIÓN.

Parque Empresarial Villapark - Av. Quitapesares, 8 nave 8
Apartado 46 - 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
Tel.: 916 165 814 - Fax: 916 165 783
E-mail: eucon@grupoeucon.com - www.grupoeucon.com



INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA ..	19	MODELOS VIAL	13
BAUTERMIC	31	REVISTAS TÉCNICAS	Contraportada 3
EURO-EQUIP	Contraportada 4	TALLERES ALJU	3
IBERIA ASHLAND CHEMICAL ..	Contraportada 2	TALLERES DE PLENCIA	21
IDINOVA	15	TRANSAL 08	7
ITALPRESSE	Portada	URPEMAK	5
LIBRO TRATAMIENTOS TÉRMICOS	9		

edición,
diseño gráfico,
maquetación...

tels.: 91 610 03 11
687 75 33 64
fax: 91 610 03 11
www.maquetacionjg.com
E-mail: cliente@maquetacionjg.com

José González

deley Publicidad

Victor J. Ruiz
Creativo Publicitario

Diseño gráfico • Packaging • Diseño de Stands • Producción Gráfica
Edificio Cardenal Cisneros • Vértice, 3 • 28010 Madrid
Telf.: 91 447 80 57 • deleypublicidad@azna.com

Próximo número

ABRIL

Granalladoras y granallas. Shot Peening. Tratamiento superficial. Abrasivos.
Muelas. Acabado. Rebarbado. Gases y atmósferas. Lubricantes, fluidos, aceite.
Moldeo. Arenas.