Soluciones

insertec

Hornos & Refractarios

para el Tratamiento Térmico

www.insertec.biz

TRATER PRESS

DICIEMBRE 2007 • Nº 2

TRATER Press

DICIEMBRE 2007 • Nº 2

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

Hornos para tratamientos de temple en vacío

Hornos para tratamientos de soldadura y sinterización en vacío

Líneas automatizadas para tratamientos en vacío

Líneas automatizadas para tratamientos a baja presión

Líneas automatizadas para tratamientos en atmósfera controlada

Hornos de pote de nitruración, nitrocarburación y preoxidación

Hornos de pre-calentamiento de matrices en atmósfera protectora

cofi

costruzione forni industriali

Cofi Spa
via Mazzini 1 - Frazione Canzo
20068 Peschiera Borromeo - MI - ITALIA
tel. +39 02 5471195 - fax +39 02 55306904
e-mail: sales@cofi.com - www.cofi.com
móvil: +351 967 610 070

Pujol

Hornos Industriales Pujol, S.A.

Desde 1911

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

- Hornos de Tratamiento Térmico.
- Hornos de campana y pote.
- Hornos intermitentes de solera móvil y fija, con y sin atmósfera controlada.
- Hornos continuos, con y sin atmósfera controlada.
- Estufas de convección de alto rendimiento.
- Quemadores y equipos de combustión.
- Automatismos y cuadros de Regulación y Control.
- Transformaciones y reparaciones de refractario.

Tel. 93 685 56 72
Fax 93 685 53 92
C. del Plà, nº 108-110
Pol. Ind. El Pla - 08980
Sant Feliu de Llobregat
Barcelona
www.arrakis.es/~hipujol

SU POKER DE ASES

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PEDECA Press Publicaciones

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

Nuestra Portada

– Líneas de cámara para temple, cementación, carbonitruración, recarburación con Temple en aceite y en atmósfera protectora (modelo «LC»).

– Hornos de cámara horizontales y verticales de vacío para temple, revenido, soldadura, recocido y sinterización (modelo «SV»).

– Hornos de pote y de cámara horizontal para nitruración, nitrocarburación, nitroxidocarburación, revenido y recocido blanco (modelo «PN» y «MFRN»).

– Hornos para el tratamiento térmico del aluminio (modelo «TTA»).

HORNOS INDUSTRIALES COFI

De COFI S.p.A.
Via Mazzini 1- Frazione Canzo
20068 Peschiera Borromeo (MI) – ITALIA
Tel. : 0039 02 5471 195
Fax : 0039 02 553 06904
E-mail : sales@cofi.com
móvil: +351 967 610 070

Sumario • Diciembre 2007 - Nº 2

Editorial 2

Noticias 4

Analizadores de gases • Testo 635-1 • Analizador de oxígeno Hitech Z1110 • Calderas ANINGAS.

Artículos

- Coyuntura del metal - *Por Confemetal* 8
- Nuevo concepto en servomotores - *Por David Agustí Montins, KROMSCHROEDER* 12
- Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie 14
- Compensación de las Sondas de Oxígeno por Infrarrojos - *Por Eucon* 19
- Solución ideal para medición de consummo de aire comprimido - *Por Instrumentos Testo, S.A.* 22
- III Foro la Fábrica del Siglo XXI: Tecnología en materiales 24
- Fórum de Arcas - *Por Juan Martínez Arcas* 26
- Tratamientos Térmicos Especiales - *Por Juan Martínez Arcas* 27
- Soluciones completas para las certificaciones de los tratamientos térmicos - *Por Entesis* 30
- Las verdaderas necesidades de la industria - *Por Confemetal* 33
- Algunas consideraciones sobre los aceros de herramientas para trabajos en frío y acero rápidos, utilizados en la fabricación de cilindros forjados para la laminación en frío y su tratamiento térmico - *Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios Reparaz* 36

Indice de Anunciantes 48

Director: Antonio Pérez de Camino
Publicidad: Ana Tocino
Administración y Suscripciones: Carolina Abuin

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

Depósito legal: M-53065-2007

Diseño y Maquetación: **José González Otero**
Creatividad: **Víctor J. Ruiz** • Impresión: **VILLENA**

Colaboradores:
José María Palacios,
Jordi Tartera,
Juan Martínez Arcas
y Manuel A. Martínez Baena

Por su amable y desinteresada colaboración en la redacción de este número, agradecemos sus informaciones, realización de reportajes y redacción de artículos a sus autores.

TRATER PRESS se publica seis veces al año: Febrero, Abril, Junio, Septiembre, Noviembre y Diciembre.

Los autores son los únicos responsables de las opiniones y conceptos por ellos emitidos.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier texto o artículo publicado en TRATER PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Editorial

TRATERMAT 2008

Finalizado el año 2007, tiene en sus manos el nº 2 de la revista. Hemos hecho un gran esfuerzo para que su publicación fuera posible y lo hemos conseguido.

El próximo nº 3 será el nº especial Tratermat que se celebrará en Valencia y allí estaremos presentes con un stand. En páginas interiores de este número encontrará amplia información sobre las conferencias que se impartirán los días 12 y 13 de marzo en el Hotel Valencia Palace.

También estaremos presentes con stand en la BIEMH de Bilbao, que se celebra desde el 3 al 8 de marzo. Es una Feria principalmente de máquina-herramienta, pero el tratamiento térmico también está presente en este sector.

Si quieren estar presentes en este número, reserven ya su publicidad.

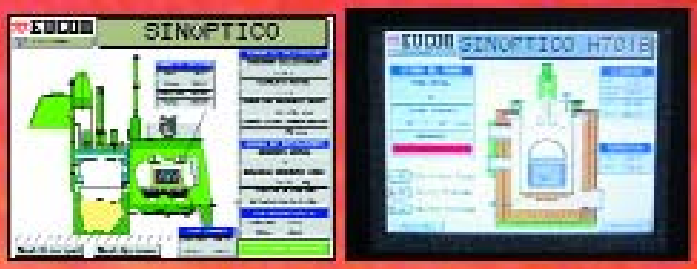
Aprovechamos desde aquí para desearles un próspero año 2008, de parte de todos los que hacemos posible que esta revista llegue a sus manos.

Antonio Pérez de Camino

Especialistas en Tratamiento Térmico y Combustión

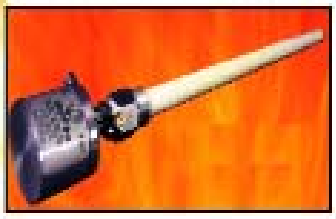
Sistemas de Control Automático

ADVENT- Software de Supervisión, Gestión y Control

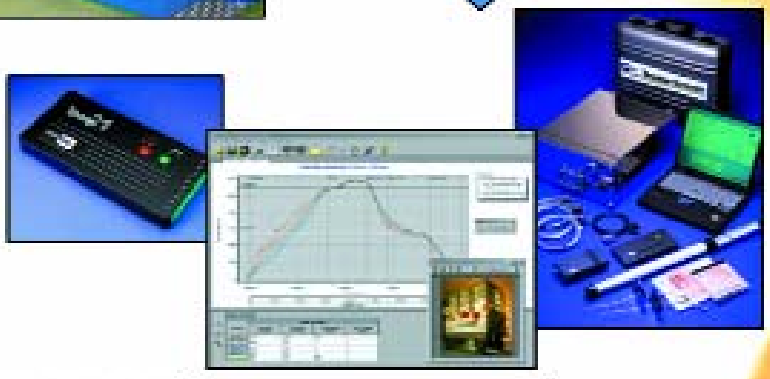


Asesoramiento Personalizado

Contratos de Mantenimiento



Sondas y Equipos para Tratamiento Térmico y Combustión



Sistema de Monitorización de Temperaturas (Datapaq)

Proyectos de Ingeniería Llave en Mano

EUCON

Cuente con Nosotros. ¡Siempre!

P. E. Villapark – Avda. Quilapesares 8, Nave 8 - 28670 Villaviciosa de Ódón (Madrid)
Tel. 91 6165814 – Fax 91 6165783 – E-mail: div.industrial@grupoeucon.com

Analizadores de gases

Para conseguir un perfecto control automático de atmósferas en hornos de Tratamiento Térmico, es imprescindible conocer la proporción exacta de los gases más importantes que intervienen en el control del proceso. Sólo así puede asegurarse que la atmósfera es la correcta, y que los equipos de control están midiendo y regulando en función de datos reales.

Eucon dispone de Analizadores de Gases de fabricación propia, fijos o portátiles, para el análisis de cualquier gas de atmósfera y combustión en Tratamiento Térmico: O2, CO, CO2, H2, CH4, NH3, Punto de Rocío, etc. El Cliente puede elegir el analizador para cualquier combinación de estos gases.

CARACTERÍSTICAS

- Fácil de utilizar.
- Lectura y manejo mediante panel táctil de 3,8" o display digital según el modelo.
- Detectores de gas de alta estabilidad y larga duración.
- Diferentes rangos de medida según aplicación.

- Inmediata puesta en marcha.
- Precisión.
- Rápida velocidad de respuesta.
- Bomba y filtros del sistema de muestreo.
- Batería recargable según el modelo.
- Autocalibrables.
- Adquisición de datos tomados y en tiempo real según el modelo.
- Calculador para el ajuste del factor de proceso en sus equipos de regulación o sistemas de control.

APLICACIONES

- Comprobación de atmósferas en hornos.
- Mantenimiento de sondas de oxígeno.
- Prevención de problemas metalográficos.
- Calibración de la medida de los equipos de regulación y sistemas de control mediante la modificación del Factor de Proceso.

Info 1

Analizador de oxígeno Hitech Z1110

El analizador de oxígeno Hitech Z1110 de zirconio mide la concentración de oxígeno desde niveles de % a fracciones de partes por millón (ppm) de gases limpios. Montado en una robusta caja, utiliza un sensor de zirconio que ofrece una precisa medición con la mínima interferencia de otros gases. Una celda única y el especial diseño del calentador logran un rápido calentamiento y así una rápida respuesta a la vez que una mayor vida. La posi-

bilidad de distintos métodos de muestreo permite una fácil adaptación a la planta. El gran indicador auto rango LCD se usa para mostrar la concentración medida y también los parámetros de configuración del instrumento.

Dispone de dos canales de alarma con un juego de contactos conmutados que pueden configurarse para cualquier concentración medida dentro del rango del instrumento, tanto como la función (alta, baja o off) como la histéresis. También puede disponer de dos salidas analógicas, 0 a 5V ó 4 a 20mA, totalmente programables. El sistema de muestreo estándar comprende una válvula y un caudalímetro. Se dispone de otras alternativas que cubren una gran variedad de usos. Hitech también suministra un amplio rango de accesorios para la correcta conexión a la mayoría de fuentes de muestras.

Info 2

Calderas ANINGAS

La empresa ANINGAS, S.A. de Barcelona, ha ampliado su gama de suministro de calderas de Vapor y Agua Caliente ERGOS, incorporando tres nuevas series:

XI Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie

Hotel Valencia Palace, VALENCIA

12 y 13 de Marzo de 2008

SECRETARÍA E INSCRIPCIONES (ver página web: http://www.upv.es/tratermat08

VICENTE AMIGÓ
Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera, s/n - 46022 Valencia
Tfno: 963 877 623 - Fax: 963 877 629
e-mail: sec-tratermat@mcm.upv.es
Cuenta Bancaria: Caja de Ahorros del Mediterráneo, Urbana Rubén Darío, a nombre dela UPV nº: 2090 2832 65 0064000958 (indicando en Concepto Congreso TRATERMAT)

EMPRESAS EXPOSITORAS Y COLABORADORAS (cuota: 1.700 euros): Las entidades o empresas que deseen participar como expositores, presentando y exponiendo sus productos dispondrán de un stand de 3x2m en un salón del Hotel Valencia Palace del Congreso, en el que se realizarán los descansos para el café. Las empresas expositoras y colaboradoras tendrán derecho a la inscripción gratuita de un congresista y otra como becario. Un enlace en la página web del Congreso permitirá acceder a su correspondiente página web o bien a información que sobre ella se disponga en la misma. Asimismo, su logotipo aparecerá en todos los carteles informativos y publicaciones que se distribuyan sobre el Congreso. Así como en un marcado en el libro de ponencias.

- Calderas de Vapor desde 250 kg/h hasta 5.000 kg/h.
- Calderas de Vaporización instantanea hasta 2.000 kg/h.
- Calderas de Agua Caliente y Agua Sobrecalentada desde 60.000 kcal/h hasta 20.000.000 kcal/h.

Con estas nuevas series, junto a las ya existentes:

- Calderas de Vapor desde 5.000 kg/h hasta 50.000 kg/h.
- Calderas de Vapor Especiales, Mixtas y de Recuperación en Cogeneración ERGOS.
- Calderas de Aceite Térmico ANINGAS desde 10.000 kcal/h hasta 10.000.000 kcal/h.

ANINGAS, S.A. puede dar respuesta a un amplio abanico de necesidades de calor en el sector industrial.

Info 3

Hornos
Laboratorio e industriales

Manta de Fibra ceramica
- Placas de Fibra ceramica
Modulos de Fibra ceramica
- Etc...

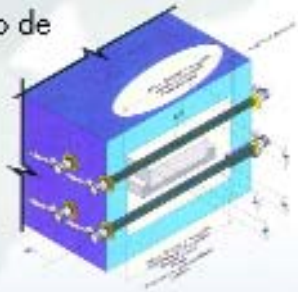
NUTEC FIBRATEC

Quemadores
recuperativos y regenerativos

WS

STRANGE ELECTRONIC GMBH

Carburo de Silicio



ASCON

Fabricación de resistencias,
en hilo o pletina conformadas a medida segun plano.

Reguladores de Potencia
a Tyristores:

AEG
Power supply systems

MoSi2 (Hasta 1800ºC)

Interbil

www.interbil.es

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

P. I. Sangròniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel.: 944 535 078
Fax: 944 535 145
bilbao@interbil.es

ISO 9001:2000 SGS

Coyuntura del metal

Por Confemetal

Actividad Productiva

La actividad productiva del Metal en el mes de septiembre de 2007 experimentó un crecimiento del 0,5%, según datos provisionales, después del avance del 3,0% de agosto y del 7,2% de julio.

En el tercer trimestre del año, la actividad del Metal anota un incremento del 3,6%, tras el 3,8% del segundo y del 9,1% anotado en el primer trimestre del ejercicio, según el Indicador Compuesto del Metal (ICM) elaborado por Confemetal a partir de los Índices de Producción Industrial.

En la media de los nueve primeros meses de 2007 se anota un incremento del 5,5%, inferior al registrado en el mismo período del año anterior, el 7,2%.

Por ramas de actividad y en el período de enero a septiembre de 2007, cabe destacar la caída de la actividad en la fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos (–12,4 %), en la de material electrónico, un 1,5%, y con leves descensos, la metalurgia y la fabricación de otro material de transporte, ambas con una caída del –0,5%. El resto de las ramas productivas del metal tuvieron crecimien-

INDICADOR COMPUESTO DEL METAL Y SECTORES

(% variación anual)	Evolución 2007						
Ramas de producción CNAE-93	1TR07	2TR07	3TR07	Jul	Ago(p)	Sep(p)	Ene-Sep
Metalurgia	2,7	-2,3	-2,0	2,0	-2,3	-5,4	-0,5
Productos metálicos	8,8	4,3	1,3	2,8	1,5	-0,5	4,9
Maquinaria y equipos mecánicos	15,9	9,0	10,7	15,7	10,9	5,5	11,8
Maquinaria oficina y ordenadores	-14,6	-13,2	-8,9	-27,8	5,8	-0,7	-12,4
Maquinaria y material eléctrico	21,6	7,4	1,1	3,9	-2,1	0,2	9,8
Material electrónico	0,4	-12,9	11,3	13,8	11,2	9,1	-1,5
Instrumentos de precisión	14,7	5,1	3,9	8,7	-2,9	2,8	7,9
Automóviles y remolques	3,3	3,7	6,6	12,7	7,4	1,0	4,4
Otro material de transporte	3,7	-3,6	-1,8	-1,6	-0,9	-2,5	-0,5
Indicador Actividad Metal (ICM)	**9,1**	**3,8**	**3,6**	**7,2**	**3,0**	**0,5**	**5,5**

(P)=provisional; Fuente: INE (Indices de Producción Industrial) y Confemetal

tos positivos en la media de los nueve primeros meses del ejercicio, la más elevada, la industria de construcción de maquinaria y equipos mecánicos, un 11,8% de media, seguida de la fabricación de maquinaria y material eléctrico (9,8%), de la fabricación de instrumentos de precisión, óptica y similares (7,9%), de la fabricación de vehículos de motor (4,4%) y de la fabricación de productos metálicos excepto maquinaria, con un 4,9%.

Comercio Exterior

En el mes de agosto de 2007, las exportaciones de productos metálicos anotaron un incremento anual del 0,9%, en tanto que las importaciones aumentaron el 3,8%, con lo que el déficit comercial en dicho mes subió un 9,1% en comparación al mismo mes del año anterior.

La tasa de cobertura, ratio entre exportaciones e importaciones, se situó en el 63,5%, 1,8 puntos menos que la tasa registrada en el mismo mes del año anterior.

En la media de los ocho primeros meses del año, las exportaciones subieron un 7,6%, las importaciones un 10,8% y el déficit comercial un 18,0%.

La tasa de cobertura media hasta agosto se situó en el 66,7%, dos puntos menos que en el mismo período de 2006.

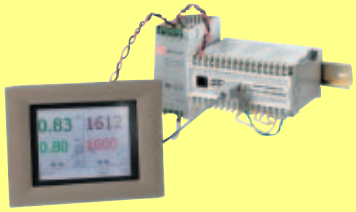
Según los tipos de bienes y para la media en el período de enero a agosto, las exportaciones de metales comunes y sus manufacturas anotan una tasa de variación anual del 23,6%, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico el 3,2%, las de material de transporte suben un 4,6% y las de instrumentos mecánicos de precisión un 7,2%.

En cuanto a las importaciones, las de metales comunes y sus manufacturas aumentaron un 25,7% en los ocho primeros meses del año 2007, mientras que las de maquinaria y aparatos y material eléctrico crecieron un 11,2%, las de material de transporte un 6,7% y las importaciones de instrumentos mecánicos de precisión caen un –11,2 %.

En el saldo comercial por tipos de productos se observan subidas en los déficits de los grupos de metales comunes y sus manufacturas (30,7%), en el de maquinaria, aparatos y material eléctrico (20,1%) y en el grupo de material de transporte continúa el deterioro del déficit acumulado, con un aumento del 27,3%, mientras que la única partida que mejo-

SSi

Equipos para la medida, regulación, control y supervisión de gases en hornos de tratamientos térmicos.



La superior calidad y el mejor precio de las sondas de oxígeno GOLD PROBE® de SUPER SYSTEM Inc de Cincinnati (USA), están complementados con la garantía de un año a contar desde la fecha de puesta en servicio.

Reparamos las sondas de oxígeno con repuestos originales y las calibramos en un horno de ensayos SSI. Complementamos la garantía de las sondas de oxígeno SSI con una limpieza y revisión gratuitas.

ENTESIS
Galileu, 313
08028 BARCELONA
Tel.: +34 93 410 54 54
Fax: +34 93 419 97 33
http://www.entesis.net
e-mail: info@entesis.net

¡Nuestro objetivo es su éxito!

PRECIOS DE REFERENCIA DE LAS MATERIAS PRIMAS (METALES) EN LOS PRINCIPALES MERCADOS.

◆ *METALES - LONDRES.*

Medias semanales		15 al 19 Octubre	22 al 26 Octubre	29 Octubre al 2 Noviem	5 al 9 Noviembre	12 al 16 Noviembre
COBRE ($/Tm)	Contado	8.087,6	7.812,6	7.783,6	7.418,0	6.970,4
	Futuros	8.053,2	7.779,2	7.776,0	7.424,8	7.008,2
ZINC ($/Tm)	Contado	3.047,2	2.886,0	2.825,4	2.771,0	2.660,8
	Futuros	3.052,8	2.897,0	2.838,8	2.759,2	2.657,0
PLOMO ($/Tm)	Contado	3.724,6	3.663,0	3.684,4	3.697,8	3.538,2
	Futuros	3.655,8	3.615,4	3.657,2	3.650,2	3.497,2
ALUMINIO ($/Tm)	Contado	2.449,8	2.485,6	2.482,4	2.563,4	2.545,8
	Futuros	2.501,0	2.531,4	2.528,4	2.613,8	2.594,6
NIQUEL ($/Tm)	Contado	31.643,0	31.472,0	31.236,0	31.672,0	32.932,0
	Futuros	31.999,0	31.875,0	31.662,0	32.030,0	33.292,0
ESTAÑO ($/Tm)	Contado	16.211,0	16.111,0	16.560,0	16.580,0	16.840,0
	Futuros	16.343,0	16.271,0	16.647,0	16.760,0	16.999,0

Fuente: Cinco Días/Expansión

◆ *METALES PRECIOSOS – MADRID.*

Medias semanales		15 al 19 Octubre	22 al 26 Octubre	29 Octubre al 2 Noviem	5 al 9 Noviembre	12 al 16 Noviembre
ORO manufac.	Euros/gr.	18,94	18,97	19,33	19,93	19,77
PLATA	Euros/gr.	0,42	0,41	0,43	0,45	0,44
PLATINO	Euros/gr.	38,74	39,25	38,96	38,79	37,77
PALADIO	Euros/gr.	10,19	9,86	9,96	9,92	9,74

Fuente: Cinco Días

◆ *METALES NO FERRICOS – MADRID (Precios base Metal laminados).*

Medias semanales		15 al 19 Octubre	22 al 26 Octubre	29 Octubre al 2 Noviem	5 al 9 Noviembre	12 al 16 Noviembre
COBRE	Euros/kg.	6,51	6,30	6,19	5,88	5,47
LATON 63/37	Euros/kg.	5,22	4,99	4,89	4,66	4,38
LATON 67/33	Euros/kg.	5,36	5,14	5,03	4,80	4,48
LATON 70/30	Euros/kg.	5,47	5,24	5,14	4,89	4,58
LATON 85/15	Euros/kg.	5,99	5,77	5,66	5,38	5,23
BRONCE 94/6	Euros/kg.	6,95	6,74	6,65	6,35	5,97

Fuente: Unicobre

◆ *MERCADO DE PRODUCTOS DE ACERO*

Indices Base Marzo 2004=100	Productos Siderúrgicos Planos			Productos Siderúrgicos Largos (*)		
	Laminados en caliente	Laminados en frio	Galvanizados	Perfiles Estructurales	Perfiles comerciales	Redondos corrugados
2007 Marzo	108,13	104,92	119,79	182,87	215,58	127,19
2007 Abril	111,00	108,00	121,00	182,87	230,67	133,55
2007 Mayo	111,00	108,00	121,00	188,36	230,67	129,54
2007 Junio	113,92	110,16	123,00	188,36	223,75	121,77
2007 Julio	113,92	107,95	120,54	184,59	219,28	113,24
2007 Agosto	111,64	107,95	120,54	184,59	214,89	109,85
2007 Septiem	102,91	100,16	114,15	180,90	210,59	110,94
2007 Octubre	102,91	100,16	114,15	177,28	206,38	106,51
2007 Noviem	100,85	98,15	110,72	173,74	202,25	97,99

(*) Series Revisadas. Fuente: TRANSID, UAHE

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS MÍNIMOS DE VENTAS
(Indice base Marzo 2004 = 100)

AÑO 2007	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	Tendencia DIC
PLANOS:							
- Laminados en caliente	113,92	111,64	111,64	102,91	102,91	100,85	Estable
- Laminados en frio	110,16	107,95	107,95	100,16	100,16	98,15	Estable
- Galvanizados	123,00	120,54	120,54	114,15	114,15	110,72	Estable
LARGOS (*):							
- Perfiles estructurales	188,36	184,59	184,59	180,90	177,28	173,74	Baja
- Perfiles comerciales	223,75	219,28	214,89	210,59	206,38	202,25	Estable
- Redondos corrugados	121,77	113,24	109,85	110,94	106,51	97,99	Estable

(*) Series Revisadas. Fuente: TRANSID, UAHE

ra su situación en estos ocho primeros meses de 2007 es el déficit de instrumentos mecánicos de precisión, con una caída del 18,2%.

Mercado Laboral

Según la EPA, el número de ocupados en el sector industrial del Metal, códigos CNAE-93 del 27 al 35 ambos inclusive, alcanzó la cifra de 1.214.500 ocupados en el tercer trimestre de 2007, lo que supone un descenso del 1,5% en comparación al mismo trimestre del año anterior y unos 18.700 ocupados menos, en consonancia con la ralentización del ritmo de actividad en el tercer trimestre de 2007.

Con este resultado se rompe la tendencia de crecimiento observada en el empleo que se había consolidado a lo largo del ejercicio 2006 y que pareció mejorar con el dato del segundo trimestre de este año.

Así, en la media anual en 2007, el crecimiento del empleo alcanza el 0,1%, con un total de 1.225.300 ocupados de media hasta septiembre, frente a los 1.224.533 del mismo período de 2006.

Por ramas de actividad y en lo que va de año 2007, creció el empleo en cuatro ramas de actividad: en la fabricación de material electrónico (21,5%), en la de automóviles y remolques, un 1,7%, en la de construcción de maquinaria y equipo mecánico (4,3%) y en la de otro material de transporte, un 4,0%.

En el resto de ramas productivas se anotaron descensos en el número de ocupados: en la fabricación de maquinaria y material eléctrico (–0,2%), en la de Instrumentos de Precisión bajan un 4,9%, en la fabricación de maquinaria de oficina y equipos informáticos anotan un –39,5%, en la fabricación de productos metálicos, un –2,1%, y en la metalurgia un –5,1%.

Evolución del Mercado de Productos de Acero

Productos Siderúrgicos Planos

Según la última información facilitada por la Asociación Española de Transformadores de Productos Planos Siderúrgicos (TRANSID), continúa el bajo consumo y el crecimiento de las importaciones, lo que sigue provocando la baja de precios continuada en octubre y noviembre. Teniendo en cuenta que la reposición del material, incluso las actuales importaciones, están subiendo, lo que no deja margen para mayores bajadas.

Productos Siderúrgicos Largos

Según informa la Unión de Almacenistas de Hierros de España (UAHE), los deslizamientos son suaves ya que no se bajan los precios de fábricas y únicamente partes de los distribuidores y de la bajada de ventas. Una vez agotadas las existencias que se estimen innecesarias, el mercado entrará en normalidad de márgenes.

En el último mes de referencia, se ha observado que el reajuste continúa. La demanda provoca que los distribuidores ajustes sus márgenes. La relatividad con las fábricas no guarda proporciones de reajuste de los precios finales.

Nuevo concepto en servomotores

Por David Agustí Montins, KROMSCHROEDER

Durante largo tiempo, el mercado ha requerido de un nuevo concepto en servomotores altamente funcionales con una ergonomía tal que permitieran ahorrar tiempo y dinero en todas y cada una de las fases del ciclo de vida de sus aplicaciones.

En este caso ha sido la firma Elster Kromschroeder GmbH quien ha sabido dar una solución acorde a las necesidades existentes. Se trata del servomotor IC20..E.

La principal ventaja y a su vez novedad, es la forma de ajustar los puntos máximo y mínimo asociados a la señal analógica de control. Este ajuste queda desvinculado de las levas para pasar a configurarse mediante dos pulsadores electrónicos (uno para cada límite) existentes en el interior del dispositivo, funcionales sólo en el modo manual del dispositivo para evitar desconfiguraciones accidentales.

Figura 1. Servomotor IC20..E.

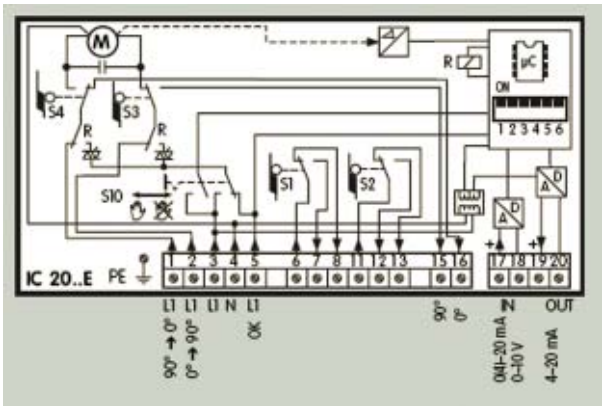


Figura 2. Esquema de conexiones.

Al igual que su antecesor y otros de elementos de estas características existentes en el mercado, el servomotor IC20..E permite el control del caudal de aire o gas en combinación con válvulas de mariposa o válvulas de control lineal, para realizar una regulación controlada con unos ratios de entre 1:10 a 1:25.

El servomotor IC20..E permite configurar la señal analógica de control con un selector tipo switch, entre señal de 4 a 20 mA, señal de 0 a 20 mA o señal de 0 a 10V, permitiendo a su vez en el mismo modelo, el control mediante señal de dos o tres puntos (digital). Esta es una funcionalidad interesante para la minimización de cableados al dispositivo puesto que se controlaría la apertura / cierre del elemento con una sola fase.

Permitir el ajuste del caudal máximo y mínimo mediante actuadores mecánicos (levas) para los límites controlados por las señales digitales y mediante pulsadores electrónicos para el control con señales analógicas, permitiendo disponer en tiempo de ejecución de 6 puntos de control; dos valores máximos (pre-ventilación y potencia máxima), dos valores mínimos (cero y potencia mínima) y de dos posiciones intermedias (contactos libres de potencial).

También es interesante destacar que el servomotor IC20..E incorpora por defecto una señal de 4 a 20 mA que indica en todo momento la posición en la cual el elemento de regulación asociado se encuentra, así como un switch que da la opción de configurar el comportamiento del servomotor en caso de circuito abierto de la señal de control (broken wire), pudiendo o bien parar en la posición en la que se encuentre o abrirlo al máximo o cerrarlo.

IC20E está especialmente diseñado también para aplicaciones de enfriamiento, ya que permite ajustar el comportamiento de la señal analógica de control con una pendiente negativa, abriendo al máximo con señal mínima o cerrando con señal máxima (p.e.: 4mA = 100% ; 20mA = 0%).

Finalmente, cabe destacar que gracias a los dos indicadores luminosos LED (rojo y azul) que incorpora en el frontal, podemos realizar en todo momento un chequeo para saber si el servomotor IC20..E está en funcionamiento normal o ha detectado algún fallo, y en tal caso, saber qué fallo se ha identificado, gracias a las varias combinaciones de los indicadores y su frecuencia de parpadeo. Sin duda alguna, el servomotor IC20..E representa un punto de inflexión en la regulación de sistemas de combustión y en la industria de los tratamientos térmicos.

Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie TRATERMAT 2008

El Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie, a celebrar en Valencia el 12 y 13 de marzo de 2008, está abierto a toda la comunidad de especialistas en Tratamientos Térmicos en nuestro país, tanto desde el punto de vista fundamental (investigadores de las universidades y del CSIC), como del aplicado o tecnológico (tratamentistas, proveedores, así como potenciales usuarios de estos productos). En esta edición, siguiendo la tónica del pasado TRATERMAT 2005, se va a poner un especial hincapié en las innovaciones desarrolladas en este campo, así como a la cooperación multilateral entre centros científicos, tecnológicos y el mundo de la empresa.

La información referente al Congreso: Comité Científico, temática, lugar de celebración, comunicaciones y paneles, programación inicial, así como precios de asistencia podéis encontrarla en la dirección de red informática:

http://www.upv.es/tratermat08

Si deseáis una información personalizada con respecto a la organización del congreso, o tenéis alguna duda respecto al mismo podeis consultarla a esta misma dirección de correo:

sec-tratermat@mcm.upv.es

Programa TRATERMAT 2008

MARTES 11 de marzo 2008

18:30 - 21:00 Inscripción, Entrega de Documentación e Instalación de Paneles y Stands

MIERCOLES 12 de marzo 2008

8:00 - 9:00 Inscripción y Colocación de Paneles

9:00 - 9:30 Acto Apertura Congreso

SESIÓN 1: Tratamientos térmicos en aceros y fundiciones I

Moderador de mesa: José Manuel Torralba Castelló

9:30 - 10:00 Conferencia 1: Aceros (Fronmeyer)

10:00 - 10:20 20

J.B. González Escalona y F.J. Belzunce

Estudio del tratamiento térmico de fundiciones blancas multialeadas resistentes al desgaste y a la oxidación.

10:20 - 10:40 31

J. Sicre-Artalejo, J.J. Muñoz, M. Campos, J.M. Torralba, J.M. Sanchez-Vila, L. Carreras

Efecto de las condiciones de temple bainítico (austempering) en las propiedades mecánicas y microestructura de aceros sinterizados.

10:40 - 11:00 49

MP. Esteban, A. Iza-Mendia, I. Gutiérrez

Precipitación anisotérmica de fases intermetálicas en un acero inoxidable duplex de grado 2205

11:00 - 11:20 01

C. Capdevila, V. Amigó, F.G. Caballero, C. García de Andrés, y M.D. Salvador

Influencia de los Microaleantes en la Textura de Recristalización en Aceros IF Procesados por Laminación en Tibio

11:20 - 12:00 Coffee Break + Posters

SESIÓN 2: Tratamientos térmicos en aceros y fundiciones II

Moderador de mesa: Carlos García de Andrés

12:00 - 12:20 30

B. Gómez, J.M. Torralba, E. Gordo

Tratamientos térmicos de materiales compuestos matriz Fe para aplicaciones de corte y desgaste.

12:20 - 12:40 45

C. Muñoz, R. Poyato, A. Paúl y J. A. Odriozola.

Microestructura y propiedades mecánicas de aceros superdúplex envejecidos a diversas temperaturas

12:40 - 13:00 43

M.C. Merino, A. Pardo, A.E. Coy, F. Viejo, R. Arrabal

Efecto de la modificación de la composición de aceros inoxidables austeníticos en la resistencia a la corrosión intergranular

13:00 - 13:20 03

F.G. Caballero, M.K. Miller, C. García Mateo

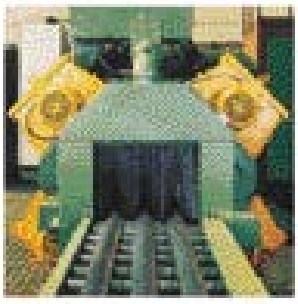
Revenido de un acero bainítico nano-

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.
C/ Caspe, 79, 2º – Tel.: 932 461 000 – Fax.: 932 470 721 – 08013 BARCELONA
Delegación MADRID: Tel.: 913 296 167 – 913 296 297 – Fax.: 913 296 313
www.abrasivosymaquinaria.com

GRANALLADORAS COGEIM

Granalladoras de tapiz

Granalladoras de gancho


Granalladoras en continuo

estructurado: un análisis a nivel atómico

13:20 – 15.00 Almuerzo

MIERCOLES 12 de marzo 2008

SESIÓN 3: Tratamientos térmicos en aleaciones no férreas y otros materiales

Moderador de mesa: José María Gómez de Salazar

15.00 – 15.30 Conferencia 2: Titanios (Pascual Tarin)

15.30 – 15.50 13

S. Menargues, E. Martín, M. T. Baile, A. Forn

Optimización de los tratamientos T5 y T6 de la aleación de aluminio A356 conformada por SLC

15.50 – 16.10 25

V. Bonache, M.D. Salvador

Procesado de mezclas WC-Co nanométricas por técnicas de sinterización rápida (HP, HIP, SPS)

16.10 – 16.30 29

S. Sánchez-Majado, J. M. Torralba, A. Jiménez-Morales

Propiedades mecánicas y resistencia a corrosión de una aleación pulvimetalúrgica base Al-Cu en función del tratamiento térmico.

16.30 – 16.50 16

M. Campillo, M. T. Baile, E. Martín, A. Forn

Aplicación de tratamientos T5 y T6 a la aleación L-2630 conformada por SSR

16.50 – 17.30 Coffee Break + Sesión de Posters

SESIÓN 4: Tratamientos en superficie: cementación, nitruración, carbonitruración, inducción, laser, tecnologías integradas.

Moderador de mesa: Javier Belzunce

17.30 – 17.50 08

M.J Bartolomé, A. de Frutos, B. J .Fernández, V. López , J. de Damborenea

Tratamiento de Aluminización en caliente y posterior oxidación de aceros y fundiciones

17.50 – 18.10 58

I. Fagoaga, G.Barykin, M.Parco, C.Vaquero

Tratamiento térmico de piedras ornamentales por plasma.

18.10 – 18.30 40

N. Llorca, D. Viladot, S. Jimeno, S. Barcelona, F. Borrego

Nitrocarburación antioxidante gas-plasma: IONIT OX“. Caracterización de las capas obtenidas

18.30 – 18.50 39

A. Marquilles, M. Cruz, J. Caro, D. Casellas, J. M. Prado

Ensayo de micro-abrasión como herramienta para caracterización tribológica de recubrimientos duros delgados

18.50 – 19.10

JUEVES 13 de marzo 2008

SESIÓN 5: Recubrimientos por proyección térmica, láser, CVD, PVD, implantación iónica.

Moderador de mesa:

8:30 - 9:00 Conferencia 3: Proyección térmica y láser cladding (Damborenea)

9:00 - 9:20 34

C. Álvarez, J.M. Amado, E. Díaz, A. García, J. Lamas, M. J. Tobar, A. Varela, A. Yáñez

Caracterización de plaqueados por láser de Tribaloy T800 y T900 sobre sustratos de acero

9:20 - 9:40 47

N. Martí, F.Montalà, L.Carreras

Control de calidad de los recubrimientos duros de capa fina: Instalaciones y ensayos

9:40 - 10:00 21

V. Amigó, J. Candel, J.A. Ramos

Influencia de los parámetros del proceso de láser cladding en la reparación de componentes de acero de herramienta.

10:00 - 10:20 48

N. Martí, F.Montalà, L.Carreras, J.A García, R.Rodríguez, A Martínez

Tratamientos dúplex de nitruración y PVD en moldes de inyección de materiales plásticos

10:20 - 10:40 51

M.A. Pérez; J.L. Ortiz; V. Amigó; L. Reig; R. Antaño

Efecto del tratamiento térmico sobre el comportamiento frente a la corrosión de una aleación de aluminio reforzada con partículas de nitruro de titanio, consolidada por extrusión de polvos

10:40 - 11:00 56

J. Yagüe, R. Rodríguez, J.A. García, A. Bustillo, F. Garciandía, F. Zubiri

Estudio del efecto de tratamientos dúplex temple láser + PVD en aceros de herramientas.

11:00 - 11:30 Coffee Break + Sesión de Posters

SESIÓN 6: Avances en procesos y tratamientos termomecánicos.

Moderador de mesa: Marc Anglada

11:30 - 11:50 17

S. Trillo, G. Castro, A. Fernández-Vicente

Efecto del tratamiento criogénico en las propiedades de dos aceros de herramientas para trabajo en frío (DIN 1.3243 y DIN 1.3294).

11:50 - 12:10 19

André Mulot

El temple con prensa automática

12:10 - 12:30 59

R. Pizarro, E. Echevarría y J. Albarrán

Nuevos tratamientos térmicos: Implicaciones metalúrgicas y aplicaciones

12:30 - 12:50 44

R. Bueno, C. Díaz, J. A. García Lorente, N. Martí, Luis Carreras, J. M. Almudí y P. Dubón.

Tendencias modernas en la aplicación de 100Cr6 para rodamientos

12:50 - 13:10 38

I. Cañadas, D. Martínez, J. Rodríguez, B. J. Fernández, A. J. Vázquez

Tratamiento Térmico de aceros al carbono y de herramienta en un lecho fluido calentado por Energía solar Concentrada.

13:10 – 15.00 Almuerzo

SESIÓN 7: Modelización y optimización de propiedades.

Moderador de mesa: Isabel Gutiérrez

15:00 - 15:30 Conferencia 4: Por determinar

15:30 - 15:50 06

M.I. Barrena, J.M. Gómez de Salazar, C. Merino, N. Merino

Mejora de la interfase CNF/Cu mediante tratamientos térmicos en atmósfera reductora.

15:50 - 16:10 42

MP. Esteban, E. Cotrina, B. López

Modelización mediante elementos finitos de los perfiles de enfriamiento durante el tratamiento de temple en aceite

16:10 - 16:30 57

Ignacio Rieiro Marín, Julio Muñoz Martín, Manuel Carsí Cebrián, O. Ruano

Modelo estacástico para la fluencia de aleaciones policristalinas y determinación del significado físico de los parámetros de Garofalo.

16:30 - 16:50 53

M. Carsí, I. Rieiro, G. Caruana, J. Muñoz y J. Castellanos

Evolución de los parámetros de tratamiento termomecánico de una aleación de aluminio en función de la tasa de deformación.

16:50 - 17:30 Coffee Break + Sesión de Posters

17:30 - 18:30 Mesa Redonda: Políticas de I+D+I

18:30 Acto Clausura Congreso

21:00 Cena de Gala

VIERNES 14 de marzo 2008

10:00 Salida del autobús, visita a ARCELOR – MITTAL

Alternativa, salida al OCEANOGRÁFICO

12:30 Hora prevista de regreso a Valencia

Compensación de las Sondas de Oxígeno por Infrarrojos

Por Eucon

Es posible combinar la conveniencia y velocidad de respuesta de una sonda de oxígeno con la superior precisión de un analizador de infrarrojos, a fin de disponer de un sistema que proporcione un control óptimo de las atmósferas de carburación. Existen unos principios básicos que es necesario entender para que dicha combinación (sonda + analizador), funcione satisfactoriamente.

1. El tratamentista debe tener en cuenta que las sondas de oxígeno miden oxígeno y el analizador mide CO, CO_2 y CH_4, ya que existen ciertos márgenes de error asociados con cada uno de ellos.

   La precisión típica (en realidad incertidumbre) de una sonda de oxígeno es ± 10MV. Por ejemplo, a 925° C y a 1.150MV ± 10MV (suponiendo un 20% de CO):

MV Sonda	%O2	%C	°C Punto Rocío
1.141	6,5 x 10-19	0,86	–12
1.151	9,6 x 10-19	1,00	–10
1.161	14,1 x 10-19	1,17	–8

   La repetibilidad de la sonda es normalmente mejor que la precisión absoluta (siempre que el porcentaje de CO sea constante). Los problemas más serios relacionados con oxígeno son los siguientes:

   a. Cuando el electrodo de medida de una sonda está contaminado con carbonilla, la atmósfera que se produce alrededor del mismo es muy baja en oxígeno. La salida de la sonda refleja las condiciones "locales" en lugar de las condiciones de la atmósfera en el horno, lo que hace que el instrumento de control automático reduzca los caudales de gas de enriquecimiento, lo que se traduce en que las piezas tratadas tengan bajo carbono y poca profundidad de capa.

      Para combatir esta condición, se utilizan los sistemas de "quema de carbonilla" de la sonda de oxígeno. La presencia de carbono no puede determinarse sin sacar la sonda e inspeccionarla.

   b. Prácticamente, todas las sondas de oxígeno utilizan aleaciones de níquel o de platino en electrodo de medida. Ambos metales poseen superficies catalíticas que pueden facilitar la descomposición del metano (CO4) en monóxido de carbono (CO) y en hidrógeno gaseoso (H2). En presencia de altos niveles de metano, las sondas de oxígeno pueden ofrecer falsos datos de milivoltios altos, debido a que la presencia del electrodo está cambiando el gas a su alrededor al tratar de medirlo. Como resultado, las piezas sufren de los mismos problemas que aquéllas contaminadas por carbonilla, a las que nos hemos referido anteriormente.

Algunas sondas de oxígeno son más sensibles que otras a este problema. Por ejemplo, un electrodo normal puede producir errores en la lectura de milivoltios entre +20 a +50, en presencia de porcentajes de metano libre de sólo 3%-5%.

c. Las sondas de oxígeno necesitan oxígeno de "referencia" para compararlo con el gas del horno (normalmente es el 21% de O_2). El problema más habitual es que el lado del aire de referencia del electrodo se contamine con la atmósfera del gas del horno, lo que hace que la lectura de la salida de milivoltios sea falsamente baja.

   Otro problema menos habitual es cuando existe una fuga en el aire de referencia, cerca del electrodo de medición, lo que eleva el nivel de oxígeno en el electrodo y, consecuentemente, reduciendo la salida de milivoltios.

d. De una forma o de otra, el fallo en el electrodo es un problema que se produce en el tiempo (quizás días o semanas). En ocasiones, es posible detectarlo mediante el tiempo de respuesta y tests de impedancia, pero nunca con un 100% de seguridad.

Consideremos las siguientes reacciones:

$$H_2 + CO \leftrightarrow C_{¥} + H_2O$$

$$2CO \leftrightarrow C_{¥} + CO_2$$

Estas reacciones de equilibrio están universalmente aceptadas como el método básico de transferencia de carbono. Se asume que la carburación correspondiente es resultado directo del CO presente en la atmósfera.

Sin embargo, la sonda no tiene forma de medir el porcentaje de CO. Este es uno de sus problemas.

$$CH_4 + CO_2 - \rightarrow 2CO + 2H_2$$

$$CH_4 + H_2O - \rightarrow CO + 3H_2$$

En resumen, las sondas de oxígeno son herramientas convenientes que ofrecen rápido tiempo de respuesta, fácil mantenimiento y razonable precisión.

Por el contrario, la precisión de la célula de medición de infrarrojos es excelente: típicamente se encuentra dentro del 1% del total de la escala del gas a medir. Este nivel de precisión se compara muy favorablemente con el de las sondas de oxígeno.

Por ejemplo, a 925 °C, a 0,114 % CO_2, ± 1% del 1% del total de la escala de CO2, asumiendo 20% CO:

CO_2	%C
0,104	0,94
0,114	1,00
0,100	1,08

Los datos muestran que, en el producto final, la precisión del analizador de infrarrojos supera en un 50% a las sondas de oxígeno. La repetibilidad es asimismo excelente.

Otras funciones importantes que proporciona el analizador de infrarrojos:

1. Análisis multigás con la misma célula. Permite analizar hasta tres gases simultáneamente.

2. Excelente sistema proporcional.

M.C.G., S.L. Auxiliar para el Tratamiento Térmico

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

Tubos radiantes

Muflas

Cintas de eslabones fundidos

Rodillos

Montajes standard
y personalizados
para diferentes tipos
de hornos

Cestas apilables

SU CONCEPTO SOBRE
HORNOS
CAMBIARÁ ...

Parrillas

Instalaciones de T.T.

Hornos de Tratamiento Térmico,
Hornos de Cementación a baja presión y Hornos de Vacío

M.C.G., S.L. Auxiliar para el Tratamiento Térmico • Ilárraza, 14 01192 ILÁRRAZA (ALAVA)
Tfno.: 945 293400 / Fax: 945-293145 / e-mail: mcg@mcg-tt.com

SURFAS Press

REVISTA DEL TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

Equipos de
chorreado en Seco

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.

TRATER Press

Suscripción anual 2008

6 números

90 euros

pedeca@pedeca.es

Tel.: 917 817 776

Fax. 917 817 126

Solución ideal para medición de consumo de aire comprimido

Por Instrumentos Testo S.A.

¿Por qué las industrias necesitan un caudalímetro?

Para medios como electricidad, agua o gases, se garantiza la máxima transparencia en cada empresa industrial: los contadores centrales reflejan las cantidades usadas; los contadores descentralizados muestran como se ha distribuido el consumo.

Sin embargo, el aire comprimido se produce y distribuye internamente, sin conocimiento exacto de su consumo total o por departamentos. Sin este control, no hay motivo para eliminar fugas o alcanzar un uso mucho más económico. Los caudalímetros, además, permiten el control continuo de fugas que suponen alrededor del 35% del consumo total de aire comprimido.

testo 6440 – detección de fugas

Reducir los costes en aire comprimido gracias a la medición del consumo via contador de aire comprimido testo 6440. Casi un 96% de las fugas se producen en tuberías de diámetro DN50 (2”) o inferior. Estas fugas se dan en mangueras, juntas, conexiones o unidades de mantenimiento defectuosas.

Si se instala antes de una máquina o un grupo de ellas, el testo 6440 puede detectar incluso el caudal más pequeño de aire comprimido. Esto indica una fuga cuando la máquina está parada.

testo 6446 – La solución estándar ideal

En el mercado existen un número de caudalímetros para diámetros grandes que utilizan un sensor acoplado. A priori, estas soluciones pueden parecer interesantes puesto que son muy sencillas de insta-

lar. No obstante, si el sensor se tuerce unos pocos grados las mediciones son muy erróneas. Como consecuencia, la inexacitud es mucho mayor que la que figura en los datos técnicos del equipo.

Testo ha resuelto este problema con el testo 0699 6446: gracias a un bloque de medición mecánico de elevada exactitud, el sensor térmico siempre esta posicionado de forma correcta, tanto horizontalmente como verticalmente y teniendo en cuenta el ángulo de inclinación.

testo 6447 – Con extracción del sensor bajo presión

Este modelo tiene las mismas prestaciones que el 0699 6446 pero con la posibilidad adicional de extraer el sensor. Especialmente en diámetros grandes, están involucradas las tuberías principales de aire comprimido o incluso la línea principal después de la preparación, por lo que la disponibilidad del sistema es muy importante.

Debido a esto, otras soluciones de medición necesitan un bypass mientras que la conexión acoplable patentada del testo 0699 6447 es muy sencilla de acoplar y se puede extraer bajo presión el sensor completo junto con toda la electrónica.

Recalibración, limpieza, intercambio - Sin paradas del sistema… ¡Y todo sin necesidad de bypass!

testo 6445 – verificación en todo el rango

También podemos utilizar una sonda de caudal de penetración para diámetros de DN15 hasta DN300 con salida analógica y totalizador hasta velocidades de conducto de 150 m/s con posibilidad de integrar la lectura en un equipo portátil de medición, testo 650.

III Foro la Fábrica del Siglo XXI: Tecnología en materiales

El pasado mes de diciembre se celebró en el Centro Tecnológico del Metal de la Región de Murcia la III edición del evento de transferencia de tecnología "La Fábrica del Siglo XXI" que durante dos días reunió a importantes expertos en la tecnología de materiales y a un nutrido público formado por profesionales representando a 72 empresas del sector metal mecánico.

Ponentes de reconocido prestigio como D. Juan Martínez Arcas (ASCAMM), D. Víctor López Serrano (CENIM), D. Luis E. García Cambronero (UPM), D.

D. Carsten Harms

D. Ghislain López

D. Víctor López

D. Luis García

Mesa redonda

Carsten Harms (Böhler) y D. Ghislain López (B.M.I.) analizaron en profundidad aspectos relacionados con el desarrollo de nuevos materiales, análisis y causas de fallos en componentes metálicos y tratamientos térmicos.

El evento, organizado por el Centro Tecnológico del Metal de la Región de Murcia, sirvió como punto de encuentro entre expertos, investigadores y profesionales del sector que pudieron aprovechar la ocasión para compartir experiencias, resolver consultas e intercambiar opiniones sobre como abordar determinados problemas que surgen en la producción industrial.

D. Juan Martínez Arcas

El acto finalizó con una interesante mesa redonda moderada por D. Juan Martini Milla, asesor de dirección del CTMETAL, experto en la materia y artífice del evento y en la que participaron todos los ponentes contestando también a las numerosas cuestiones relacionadas con tratamientos térmicos, comportamientos de materiales, fabricación, etc., que plantearon los profesionales asistentes al acto.

Tras la mesa redonda todos los asistentes pudieron visitar las instalaciones de la planta de tratamientos térmicos, Tratamientos Térmicos Especiales, de reciente instalación en la Región de Murcia y que contribuye a reforzar el tejido industrial en una Región que está experimentando un fuerte crecimiento en el sector industrial en los últimos años.

Fórum de ARCAS

Por Juan Martínez Arcas

Pueden formularnos las preguntas que deseen sobre la problemática de los Tratamientos Térmicos, dirigiéndose a la revista:

Por carta: Goya, 20, 4º - 28001 Madrid
Teléfono: 917 817 776 - Fax: 917 817 126
E-mail: pedeca@pedeca.es

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

RESPUESTA A LA PRIMERA PREGUNTA DEL "FÓRUM DE ARCAS"

Varias han sido las respuestas a esta primera pregunta. Entre todas ellas hemos seleccionado la más satisfactoria. Dice así:

> *Consideramos que el cliente o solicitante del TT, es una empresa certificada según ISO o similar, por lo tanto es normal que exiga garantía certificada del proceso.*
>
> *Se debe aclarar si la capa de cementación de 0,8 m/m. solicitada se refiere a la capa total o a la capa útil. Suponemos que se refiere a la capa total.*
>
> *Lo ensayos que deben garantizar los procesos de TT, serán de cada lote suministrado, es decir 2.500 piezas.*
>
> *El control se aplicará a tres piezas estratégicamente situadas en la carga referida y numerada, y según procedimiento establecido para la cementación + temple + revenido.*

Nota importante:

Dada la importancia que tiene la aclaración del concepto "capa útil y capa total", seguimos con la misma pregunta abierta al FÓRUM, para su explicación de lo que es y cómo se mide o controla en capas cementadas carbonitruradas, nitruradas o bien nitrocarburadas.

Vamos a ver quién aporta la mejor explicación de esta pregunta al FÓRUM.

Aclaración: En la respuesta seleccionada se indicará el nombre del autor/res. Empresa, entidad, etc. (si se desea no publicar en el FÓRUM los nombres debe indicarse).

Tratamientos Térmicos Especiales

Por Juan Martínez Arcas

Origen del proyecto

TTE nace para dar respuesta a una necesidad histórica del sector metal-mecánico en la Región de Murcia y en el Sureste español de una planta de tratamiento térmico de acero.

Siendo necesaria la creación de una planta que garantizase al mercado un tratamiento térmico de la máxima calidad, con plazos de entrega reducidos y asesoramiento técnico para la definición adecuada de los tratamientos, que cubra la mayor parte de sus necesidades y que ayude a aumentar la competitividad de las empresas en su mercado.

Instalaciones

TTE cuenta con mas de 1.200 m^2 de instalaciones en el Pol. Industrial Oeste de Murcia, de los que 500 m^2 están destinados a producción, distribuyéndose el resto entre almacén, instalaciones técnicas, despachos y laboratorio. La empresa dispone de red comercial y servicio de transporte propio con los que da respuesta tanto a la Región de Murcia como a las provincias limítrofes de Albacete, Alicante y Almería. En la actualidad cuenta con Delegación propia en Valencia y en el resto de la geografía nacional. El servicio se presta mediante agentes comerciales complementados con agencias de transporte adscritas.

El respaldo de un gran grupo

La empresa se encuentra participada mayoritariamente por el Grupo Empresarial Lofer, SA único accionista de Vigaceros, s.a., empresa líder en Suministros Industriales y Distribución de Aceros especiales en la Región de Murcia y con presencia en el Sureste Español desde 1940. De este modo el Grupo puede ofrecer a los clientes todos los servicios necesarios para completar la cadena de valor de su producto, empezando con el corte y distribución y acabando con el tratamiento térmico de la pieza mecanizada, última fase del proceso productivo.

Tecnología, calidad y calificación

Tratamientos Térmicos Especiales apuesta desde su origen por la máxima calidad en el servicio y de este modo realiza un tratamiento de excelentes acabados, con un plazo reducido y con un asesoramiento técnico adecuado.

Nuestro sistema de producción nos permite mantener la trazabilidad de todo el material tratado así como un histórico del mismo, asegurando de este modo la máxima garantía y calidad en todos nuestros procesos.

La empresa ha incorporado la última tecnología tanto en su línea de tratamiento en vacío como en atmósfera, así como en tareas de desengrase y limpieza de las piezas tratadas y cuenta o con personal altamente cualificado para el desarrollo de la actividad.

Tratamientos Térmicos Especiales ha contado, a lo largo de todo el proceso de desarrollo del proyecto, con la colaboración técnica del Centro Tecnológico del Metal. En la actualidad esta relación continúa en forma de convenio posibilitando de este modo ofrecer a sus clientes servicios de valor añadido a través del laboratorio de materiales del propio CT Metal.

Tratamientos y Capacidades

TRATAMIENTO EN ATMÓSFERA CONTROLADA

Este tipo de tratamiento se lleva a cabo a través de una Línea Modular de que se compone de un Horno de Austenización, Cementación y Carbonitruración y una cuba de aceite. Esta línea permite tratar piezas de hasta 500 kg , con un diámetro de 710 mm y una altura de 1.070 mm, permitiendo trabajar a temperaturas máximas de 1000ºC.

Las principales ventajas tecnológicas que se aportan en este horno residen en:

- El control de la atmósfera en el interior del horno durante el proceso de austenización y la obtención de una atmósfera de protección, en el traslado de la carga hacia la cuba de enfriamiento, para realizar el Temple, evita el contacto de las piezas con la atmósfera exterior, protegiéndolas de la oxidación.
- La homogeneización de la temperatura en todo el interior del horno, que hace posible que las piezas alcancen la temperatura de austenización, que deseamos.
- La regulación y el control en todo instante, de los parámetros del horno y de los ciclos (%C, Temperatura y Gases), mediante microprocesadores y autómatas.

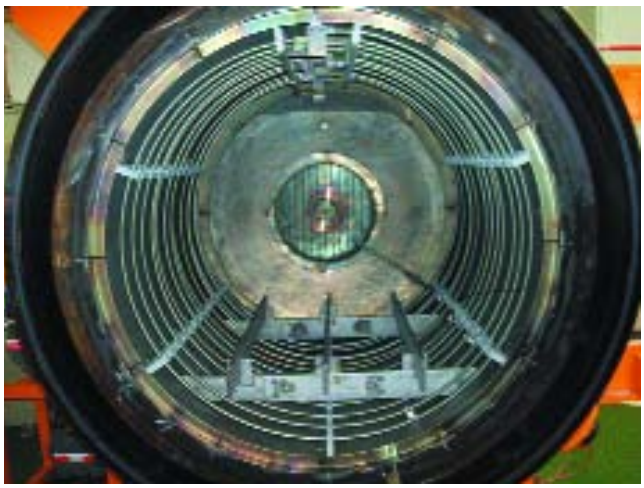
La línea de tratamiento en atmósfera se completa con un Horno de Revenido que alcanza temperaturas hasta 700º C y con capacidades iguales al horno de austenización.

Este horno es controlado con el mismo microprocesador que el horno de temple, permitiendo ser programado al mismo momento que el temple, lo que permite reducir el tiempo del ciclo completo del tratamiento.

LÍNEA DE TRATAMIENTO EN VACÍO:

Esta segunda línea de trabajo se compone a su vez de un horno de temple y un horno de revenido y nitruración. En ambos hornos existe un control permanente de los parámetros del ciclo por microprocesadores y modulación de potencia por tiristores.

Esta línea de trabajo permite realizar el temple y



revenido de los aceros para trabajo en frío, aceros para trabajo en caliente, aceros rápidos, aceros para moldes de plástico, sin alteración, oxidación ni decarburación de la superficie.

El horno de temple controlado a sobrepresión de gas neutro tiene una dimensiones útiles de carga de 600 mm x 600 mm x 900 mm, con un peso máximo por carga de 600 kg, permite trabajar a temperaturas de 1.320 °C con una homogeneidad de la misma de ±5 °C .

- Este horno presenta importantes ventajas técnicas entre las que podemos destacar:
  - — Permite reducir el tiempo del ciclo y hacer revenidos a baja temperatura.
  - — Permite seleccionar el sentido del flujo de enfriamiento, a fin de adaptar en el enfriamiento a cada tipo de carga.
  - — Precisión y uniformidad de temperatura en todo el volumen útil, tanto en fase de calentamiento como de enfriamiento.
  - — Permite utilizar velocidades de calentamiento y enfriamiento óptimas, evitando así deformaciones en las piezas.
  - — Reproducción y fiabilidad de los tratamientos.

La línea de tratamiento en vacío se completa con un Horno de Revenido y Nitruración en Atmósfera Inerte con purga con vacío, con idénticas capacidades al Horno de Temple en vacío, alcanzando en este caso temperaturas de hasta 750 °C y con una homogeneidad de la misma de ±5 °C.

En esta ocasión destacamos que:

- Permite realizar el revenido de los aceros para trabajo en frío, aceros para trabajo en caliente, aceros rápidos, aceros para moldes de plástico, sin alteración, oxidación, ni decarburación de la superficie.
- Permite el tratamiento de los aceros tipo "maraging".
- Precisión y uniformidad de temperatura en todo el volumen útil, tanto en fase de calentamiento como de enfriamiento.
- Permite utilizar velocidades de calentamiento y enfriamiento óptimas, evitando así deformaciones.
- La eficacia de los intercambios térmicos, permite reducir la duración del ciclo.
  - — Procedimiento ALLNIT, para realizar la nitruración y nitrocarburación, con temperaturas de tratamiento más bajas de 400 a 600 °C, que permiten mantener las características del núcleo, evitando deformaciones. Este tipo de procedimiento, permite reducir el consumo de amoníaco, disminuyendo al máximo las emisiones a la atmósfera.
- Permite realizar un tratamiento de post-oxidación y adición de aceite para realizar una protección anticorrosión de las piezas nitruradas.

Tratamientos Térmicos Especiales inició su actividad en Abril de este año y en este corto periodo de tiempo ya cuenta con una importante clientela en la región de Murcia, así como, en Alicante, Valencia, Albacete, Almería y Granada.

- Se encuentra ubicado en el Pol. Ind. Oeste de Sán Gines, en Murcia.

Resumiendo

A la vista de todo lo expuesto mucho me satisface la ocasión y oportunidad de visitar esta interesantísima planta que con motivo de mi participación en las "Jornadas del Foro de la Fábrica del siglo XXI" se me ha brindado. Realmente me ha impresionado, no ya las instalaciones en sí, sino el espíritu de servicio de todo el personal que forma esta joven empresa y les auguro un excelente porvenir.

Como verán en las fotos de este reportaje, realmente son unas instalaciones especiales de última generación y apropiadas para los objetivos que se han trazado. El medio ambiente, el ahorro energético, la salud, la calidad ,el servicio y la seguridad han estado presentes en el proyecto y son una constante del día a día.

Agradezco al Sr. Rafael Manzano, Director Técnico y al Gerente Sr. Juan Albacete las atenciones y facilidades para realizar este reportaje.

Soluciones completas para las certificaciones de los tratamientos térmicos

Por Entesis

En los últimos tiempos se ha podido observar como las normas de la industria aeronáutica son ahora adoptadas también en la industria del automóvil.

El objetivo es asegurar la máxima uniformidad de las piezas tratadas. Para ello deben realizarse unas auditorías anuales según la norma ISO/TS 16949:2002.

Basada en la misma, el AIAG (Automotive Industry Action Group) ha desarrollado el protocolo CQI-9 que describe el procedimiento a seguir según los distintos tipos de hornos y tratamientos.

Aquí nos referiremos solamente a tres de las magnitudes a controlar: la temperatura, el potencial de carbono y la disociación del amoniaco.

Por lo que se refiere a la temperatura, la norma utilizada es la AMS 2750D, en la que se detallan tanto las características de las sondas y equipos de medida, regulación y registro a usar, como las pruebas de SAT (ensayo de precisión del sistema) y de TUS (control de la uniformidad de temperaturas).

Las sondas para el control, regulación y registro de temperaturas deberán estar situadas en la zona de trabajo o lo más próximo posible a la misma.

En el caso de operar en un mismo rango de temperaturas, el ensayo de precisión del sistema

(SAT) puede ser realizado sin extraer la sonda y mientras el horno está trabajando.

A tal fin PYRO CONTROLE ha diseñado unas sondas que permiten su calibración in situ y sin interrupción alguna del proceso productivo: se abre la tapa de la cabeza de conexiones de la sonda y se introduce un sensor de referencia en el tubo guía interno hasta alcanzar la punta de la sonda.

Tras su estabilización, se mide la temperatura del sensor de referencia con un calibrador apropiado y se determina la diferencia con la sonda instalada en el horno.

También PYRO CONTROLE puede suministrar los sensores de referencia con el certificado de calibración en los puntos necesarios, con total trazabilidad y con homologación COFRAC (Francia).

Para el registro de datos tales como apertura de puertas, accionamiento de válvulas, motores, etc., así como de temperaturas, velocidades de cintas, presiones, caudales, etc. durante el proceso de tratamiento, PYRO CONTROLE ofrece el registrador sin papel Pyrotracer de hasta 18 canales analógicos y que se suministra con un programa para la descarga, evaluación y el almacenado inviolable de los datos en un ordenador PC. El instrumento dispone de serie de un puerto ethernet y opcionalmente otro RS232/485.

De igual forma, la norma AMS 2750D requiere la comprobación de la uniformidad de las temperaturas en la cámara del horno de tratamientos térmicos. Para realizar tal comprobación deben situarse en una cantidad apropiada –especificada por la propia norma- y distribuidos adecuadamente unos sensores previamente calibrados a la temperatura de trabajo del horno. La señal de los mismos deberá ser registrada por un equipo que además de garantizar la inviolabilidad de los datos almacenados, admita la corrección de la lectura de cada sensor conectado al mismo, permita definir la tolerancia admitida en la temperatura del horno y definir una cadencia determinada de registro de datos, entre otros requisitos.

Para realizar este ensayo, SUPER SYSTEMS INC ha desarrollado el SDS 8020(40), un equipo portátil y autónomo de 20 ó 40 canales de entrada, galvánicamente aislados entre sí y total e independientemente configurables para señales de termopares, corriente o tensión, que reúne todos los requisitos de la AMS 2750D y que permite elaborar desde un PC mediante el programa de comunicación con que se entrega, el certificado correspondiente con los datos del horno, valores y curvas de temperatura, dibujos y fotos con la situación de las sondas , factores de corrección, empresa y persona certificadora, datos del propio equipo, resultado del ensayo, datos de fallos y tabla con valores extremos medidos.

Las sondas utilizadas para esta comprobación acostumbran a ser del tipo encamisado, con termopar tipo N y en cualquier caso, con certificado de calibración en los puntos a medir en el horno y deberán satisfacer los requisitos de la AMS 2750D . También PYRO CONTROLE puede suministrar este tipo de sondas.

Pero la CQI-9 también se refiere a la medida del potencial de carbono en generadores de endogás y hornos de tratamiento, así como del grado de disociación del amoníaco en hornos de nitruración.

Para el potencial de carbono se requiere una medición y registro en continuo del mismo –o del punto de rocío- y disponer de un medio de comprobación.

SUPER SYSTEMS suministra las sondas de oxígeno Gold Probe y todos los accesorios necesarios para la medición y la regulación en continuo, y también los analizadores fijos y portátiles del punto de rocío –el DP 2000- o de 3 gases – el PGA 3500- de la composición de la atmósfera.

Para la medición en continuo de la disociación del amoníaco en hornos de nitruración y de nitrocarburación gaseosa, nos apoyamos en el analizador K1550 de HITECH INSTRUMENTS, basado en el principio de medida de la conductividad térmica de los gases.

Este método es de una elevadísima estabilidad, no requiriendo ajuste alguno en largos años de servicio.

Su calibración se realiza utilizando el propio aire y una mezcla apropiada de gases.

Las verdaderas necesidades de la industria

Por Confemetal

A mediados del pasado mes de julio, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE), dio a conocer su documento "La importancia de la industria en la economía española: problemas y soluciones" elaborado con la colaboración de todas las organizaciones implicadas en la actividad industrial y muy significativamente con la de CONFEMETAL.

El documento es una llamada de atención al conjunto de la sociedad española y a las distintas administraciones sobre la necesidad de mantener e impulsar una industria sólida, moderna y competitiva, como garantía de prosperidad en el actual contexto de globalización.

La industria es el gran motor de nuestra actividad exportadora –casi el 90 por ciento de las exportaciones corresponde a productos industriales– y contribuye decisivamente al desarrollo de otros sectores económicos – por cada euro en que se incrementa la producción industrial, 72 céntimos se destinan a compras en el tejido productivo y cada incremento en la demanda final del sector manufacturero por valor de un euro supone un aumento en el valor de la producción del conjunto de la economía por valor de 2,89 euros.

La industria que es el segundo sector de la economía española con mayor peso porcentual en el PIB, tan sólo por detrás del sector servicios y por delante de lo que representan el turismo o la construcción, emplea a mas de tres millones de trabajadores un 16 por ciento del empleo total- y registra un alto grado de estabilidad en el empleo, muy por encima de la media de la economía española.

Pero al margen de esta posición central en la economía, la industria española se enfrenta a una serie de importantes retos derivados, por una parte, de la globalización y dela fuerte competencia internacional y, por otra, de las exigencias impuestas por la legislación española y comunitaria. Ante todo ello la salud del sector industrial resulta clave para el crecimiento de la economía y el bienestar de la sociedad.

Por ello, es necesario establecer un marco favorable para mejorar su competitividad, con el objetivo de que España sea un lugar atractivo para la inversión industrial y la creación de empleo, papel que debe desempeñar la política industrial a través del apoyo a la innovación y al conocimiento, el impulso de la inversión en infraestructuras, el compromiso con el desarrollo sostenible y el aseguramiento de un suministro de energía a precios competitivos.

Pero el Sector Industrial, amplio y heterogéneo y por ello muy complejo, está también significativamente condicionado por otras políticas no industriales como la laboral, la educativa, la fiscal, la medioambiental o la de competencia, entre otras; que deberían considerar también las necesidades de nuestro sector industrial, de manera que la política industrial debería desarrollar instrumentos de coordinación entre todas ellas.

Tampoco la política industrial debe caer en medidas intervencionistas selectivas que entorpezcan y limiten la actividad de la industria y el funcionamiento de los mercados.

Así, cuestiones como las normas de competencia, la regulación de las inversiones, los derechos de propiedad intelectual y las disposiciones fiscales y laborales son aspectos clave para incentivar o no la atracción de capitales.

En este sentido, resulta necesario señalar la importancia de la unidad de mercado para el adecuado funcionamiento de las actividades empresariales.

En el ámbito regulatorio, es necesario simplificar y dotar de estabilidad a la legislación para no quebrantar el principio de seguridad jurídica que deben tener las empresas a la hora de acometer un proyecto.

Los grandes proyectos industriales requieren de un periodo mínimo de cinco años desde que se realiza la fase de análisis hasta que finalmente se realiza su puesta en marcha.

Por lo tanto, si la legislación no tiene la suficiente estabilidad y su validez es corta, no sólo se complica el proceso de puesta en marcha de los proyectos, sino que tampoco se puede realizar una planificación a largo plazo. Asimismo, los plazos de amortización de cualquier inversión requieren de mayor estabilidad normativa.

Estos obstáculos son todavía mayores cuando se aplican a cualquier normativa medioambiental, terreno en el que es fundamental evitar solapamientos entre normativas, e incluso contradicciones , para lo que es necesario contar con una legislación simplificada y clara.

El gran número de competencias transferidas a las Comunidades Autónomas, impone la necesidad de contar con una transposición a escla nacional eficaz para disponer rápidamente de una legislación básica del Estado que permita unificar las distintas políticas ambientales de las Comunidades Autónomas.

Además, la complejidad y heterogeneidad del sector industrial, determina la necesidad de adaptar las medida a las circunstancias especificas de cada rama de actividad, de modo que, la política industrial se estructure sobre una base horizontal y con aplicaciones sectoriales.

Al margen de este marco general que debería transmitir dinamismo y competitividad al sector industrial, en terrenos concretos son muchos y variados los problemas y las necesidades de la Industria cuya solución será la mejor garantía de futuro para el Sector, en un momento en el que algunos de los motores recientes de nuestro desarrollo están mostrando síntomas claros de debilidad.

ENERGÍA

La creación de un Mercado Único de la Energía en la Unión Europea y la mejora de las interconexiones energéticas –con Europa y con África–, dada la situación geográfica de nuestro país, y su dependencia energética, son imprescindibles para garantizar la seguridad del abastecimiento energético.

Además es imprescindible apostar decididamente por las nuevas tecnologías y conformar un mix energético adecuado. En ese sentido el imprescindible incremento del nivel de autoabastecimiento de nuestro país pasa por mantener e incluso incrementar la aportación de la energía nuclear.

Por último, la competitividad de nuestro tejido productivo, necesita que las tarifas eléctricas para la industria no se incrementen por encima de las tarifas de los usuarios domésticos.

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

La Industria necesita que el actual sistema de deducciones fiscales para las actividades de I+Di, se mantengan más allá del año 2011, por su eficacia para incentivar las actividades de I+D, por su carácter horizontal y por su absoluta neutralidad respecto de las decisiones tomadas fuera del ámbito empresarial.

Además, habría que incrementar la importancia de la innovación, tanto en las políticas de fomento de la I+D+i, como en las deducciones fiscales, ampliando el catálogo de actividades de innovación que dan derecho a una deducción fiscal y reduciendo las restricciones.

También es necesario aprovechar mejor los fondos destinados a potenciar la I+D en el seno de la Unión Europea cuyo efecto multiplicador sobre el nivel de gasto de estas actividades en España, es imprescindible. Para ello hay que incrementar la participación española en los Programs de I+D europeos, con especial incidencia el el VII Programa Marco de I+D.

Se debe, asimismo, adoptar las medidas necesarias para adecuar la investigación que se lleva a cabo en la Universidad y en los Centros Tecnológicos a las necesidades del tejido industrial, de cara a rentabilizar la inversión en I+D, priorizando por ejemplo, las ayudas a los proyectos de investigación con participación empresarial o destinados a fines empresariales o incentivando la incorporación de los científicos y doctores universitarios en las empresas. Se debe también establecer los mecanismos de motivación para que los investigadores más destacados permanezcan en España, consiguiendo, simultáneamente, la recuperación de los investigadores que se han desplazado al extranjero para ejercer su actividad y hacer atractivo nuestro país para las empresas de investigación extranjeras.

España se encuentra todavía alejada de la media de la Unión Europea respecto a distintos parámetros que reflejan la implantación de la sociedad de la información en nuestro país, por ello es necesario un esfuerzo adicional para la efectiva implantación de las nuevas tecnologías en las diferentes administraciones, en el tejido empresarial y en el conjunto de la sociedad.

El despliegue efectivo de las necesarias infraestructura de telecomunicaciones, la mejora de los servicios y de los contenidos, y, en general, el aprovechamiento de las ventajas que proporciona la sociedad de la información, coadyuvará al desarrollo del tejido industrial español, incrementando su nivel competitivo.

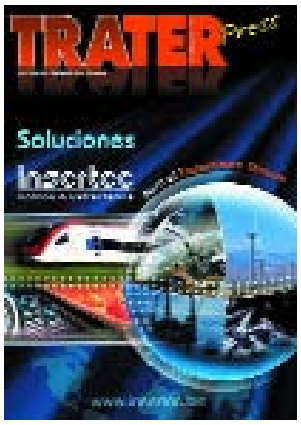
PATENTES

Al hilo de las necesidades den I+D+i, se ha de incentivar la generación de patentes en España, introduciendo desgravaciones fiscales adicionales para los gastos derivados de la gestión del depósito y extensión internacional de las patentes, incrementando la importancia de dicho parámetro para la concesión de ayudas a proyectos de I+D empresariales.

Sería también acertado que el gasto realizado por una empresa española para patentar en el extranjero fuera considerado como una inversión en I+D+i, pudiendo acogerse a las deducciones fiscles correspondientes y debería mejorarse el grado de conocimiento que tiene las empresas industriales sobre las posibilidades de protección de las invenciones, así como del funcionamiento y actividades de la propia Oficina Española de Patentes y Marcas.

TRATER Press

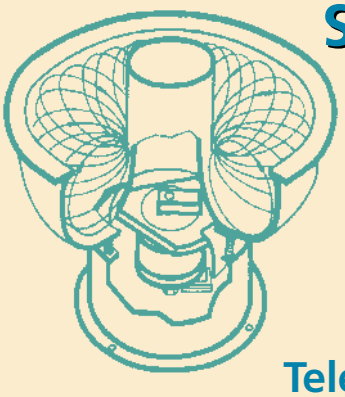
Suscripción anual 2008
6 números
90 euros



pedeca@pedeca.es

Tel.: 917 817 776

Fax. 917 817 126



SE COMPRA

PULIDORA TOROIDAL

Teléf.: 915 225 077

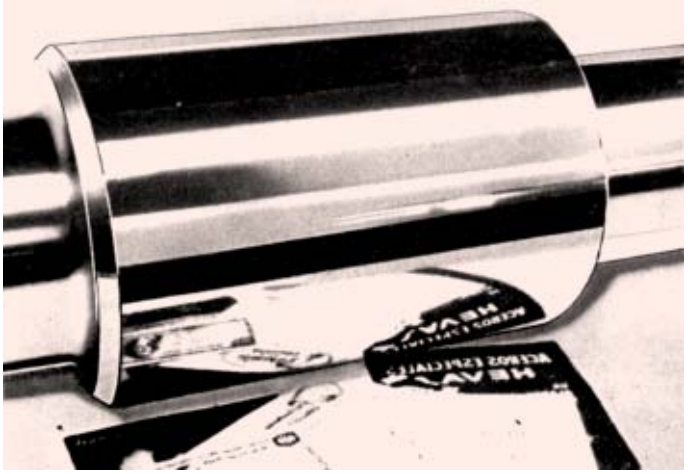
Algunas consideraciones sobre los aceros de herramientas para trabajos en frío y acero rápidos, utilizados en la fabricación de cilindros forjados para la laminación en frío y su tratamiento térmico

Por Manuel Antonio Martínez Baena y José Mª Palacios

RESUMEN

Se comentan las particularidades de los aceros utilizados en la fabricación de cilindros forjados para la laminación en frío de metales, destacando los criterios de selección que determinan las condiciones de empleo y los rendimientos de los cilindros.

Consideramos, sin entrar en profundidad, las mejoras habidas en el proceso de elaboración de los aceros para cilindros: metalurgia secundaria, refundido en horno de arco al vacío y refundido bajo escoria electroconductora. Tecnologías de elaboración que ofrecen al utilizador aceros para cilindros con máximas solicitaciones de empleo y propiedades fundamentales de utilización. Características que se consiguen mediante grandes cuidados en cada una de las fases del proceso de fabricación de los cilindros: elaboración del acero, forja, tratamientos térmicos y mecanizado.



Introducción

Para la laminación en frío de metales se emplean cilindros de acero forjado de gran dureza superficial. Cilindros capaces de reducir a gran presión, en pasadas sucesivas, el espesor de los materiales hasta obtener las medidas deseadas.

Los cilindros de acero forjado utilizados en la laminación en frío son en la actualidad una de las fabricaciones, derivadas de la producción de aceros especiales, que exigen una tecnología muy depurada si se quieren conseguir los mejores resultados.

El tipo de acero empleado para la fabricación de los cilindros se elige de tal manera que cumpla óptimamente con todas las condiciones de servicio. Si se desea que responda a las exigencias de una alta dureza superficial, una gran penetración de temple –templabilidad– y una extraordinaria tenacidad; se elige, generalmente, un acero con alto contenido en carbono y otros elementos de aleación: cromo (Cr), molibdeno (Mo), vanadio (V), níquel (Ni), volframio (W), etc. según las dimensiones y propiedades que se quieran obtener en el cilindro forjado después del temple + revenido.

La fabricación del acero se realiza, normalmente, en hornos eléctricos de arco siguiendo las técnicas

actuales de metalurgia secundaria HCV –horno-cuchara-vacío– o refusión sea al vacío –VAR– o bien por escoria electroconductora consiguiéndose –ESR–, sólo así la alta calidad exigida, como veremos más adelante.

Los lingotes procedentes de la colada se someten a la forja dándoles la reducción adecuada y la forma más aproximada de los cilindros antes de pasar a la fase de mecanizado. Entre estas dos operaciones se intercalan diversos tratamientos térmicos que tienen por objeto la eliminación de tensiones producidas en la forja. Tratamientos que a su vez preparan la estructura del acero para conseguir los mejores resultados en la operación de temple que sigue al mecanizado.

El temple de los cilindros es una operación delicada que requiere un perfecto conocimiento de las propiedades del acero y de las exigencias del cilindro en servicio. Para ello se han de habilitar instalaciones especiales –hornos y sistemas de enfriamiento– diseñadas específicamente para el temple de los cilindros que permitan obtener la dureza máxima superficial y una gran uniformidad en toda la pieza. Seguidamente del temple se someten los cilindros a un revenido: calentamiento a baja o alta temperatura: bien sea para reducir al mínimo las tensiones creadas durante la operación de temple o bien para fijar la resistencia del núcleo.

Finalmente se acaban los cilindros por rectificado en máquinas de gran precisión proporcionado el acabado superficial extremadamente fino que se exige generalmente a los cilindros para laminar en frío; figura 1.

1. EXIGENCIAS QUE DEBEN SATISFACER LOS CILINDROS FORJADOS PARA OBTENER UN ALTO NIVEL DE CALIDAD

La alta calidad de los cilindros debe responder a una adecuada dureza de servicio combinada con una elevada resistencia al desgaste y al desconchamiento.

Durante el trabajo de laminación en frío los cilindros están sometidos a una combinación extrema de tensiones variables de compresión en superficie y en capas adyacentes; tensiones de cizallado principalmente en capas subyacentes

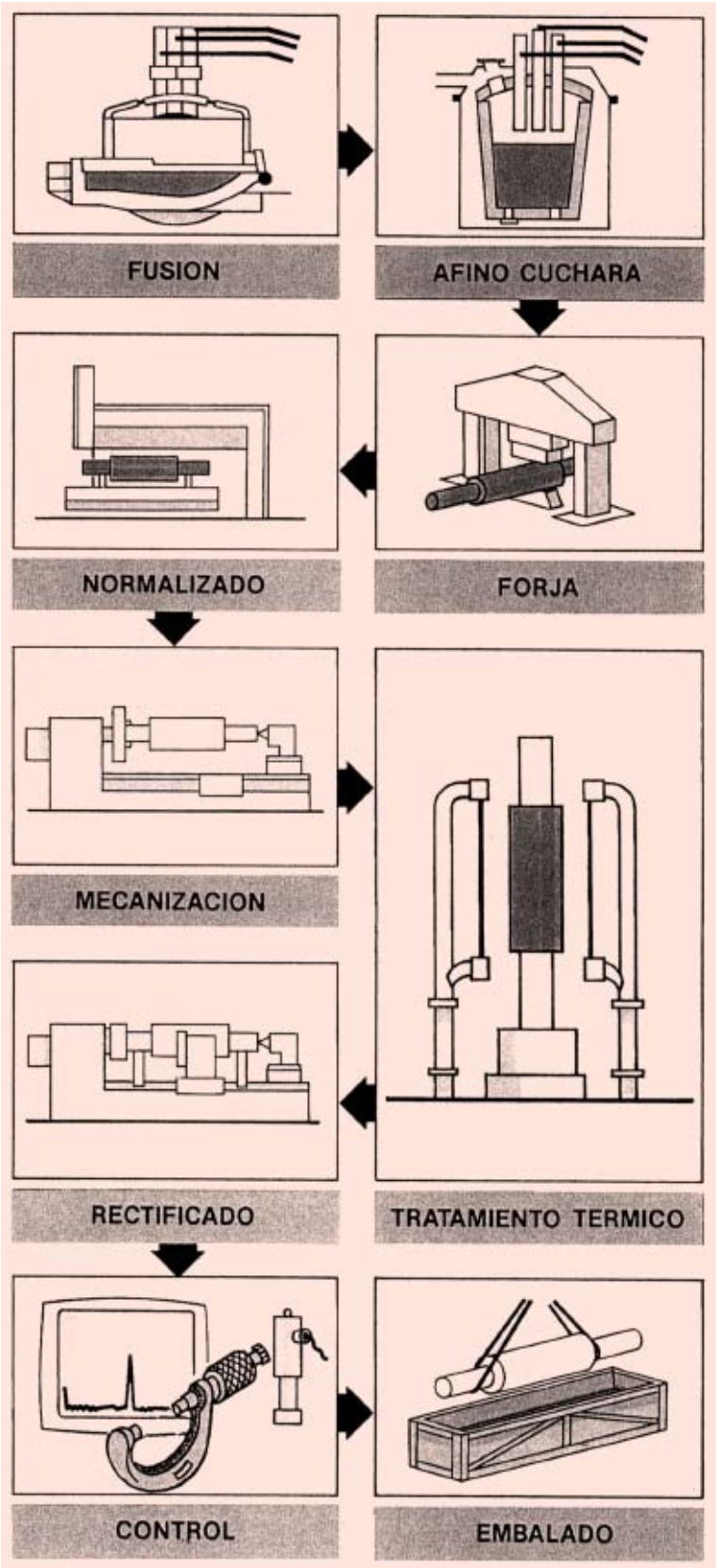


Figura 1. Esquema del proceso de fabricación de los cilindros forjados para la laminación en frío.

y tensiones térmicas originadas cuando se rebasa las máximas presiones admisibles o tras accidentes donde hay fusión y adhesión de partículas de la banda metálica con el cilindro durante su trabajo de laminado. Todo ello ofrece particularmente un conjunto de efectos negativos.

Hay la posibilidad de aportación de hidrógeno (H) en la capa templada del cilindro: fenómeno ocasionado por la descomposición de los lubricantes como consecuencia de fuertes tensiones de compresión. Fenómeno que puede ser de tipo corrosivo por la acción de lubricantes que en su composición presenten agentes dopantes.

Por todo lo expuesto, los cilindros forjados para la laminación en frío deben tener:

- Excelente resistencia a la fatiga. Gracias a una dureza y resistencia elevada se pueden evitar o retrasar la formación de fisuras.
- Resistencia al desgaste. El rendimiento buena parte determinado por la resistencia al desgaste de su capa templada.
- Tenacidad suficiente de la capa templada. Capa que siendo poco frágil tendrá una resistencia mayor a los choques violentos y otros tipos de esfuerzos. Así mismo si hay fisuraciones la propagación de las mismas será mucho más lenta.

La combinación adecuada de la dureza y tenacidad permitirá evitar la formación de desconchados. Circunstancia ésta que se obtiene por medio de:

- Durezas iniciales muy elevadas de la capa templada.
- Alta templabilidad. Profundidad de temple adecuada de capa.
- Gradiente de dureza sensiblemente débil en la zona de unión entre la capa templada y el núcleo del cilindro.
- Obtención en el temple de una estructura martensítica fina. Sin grandes agujas de martensita, con un mínimo de austenita retenida y un buen reparto de finos carburos en la estructura de la capa templada.

Por otra parte, el núcleo del cilindro deberá tener una buena calidad interna y una resistencia suficiente para evitar toda rotura bajo los esfuerzos de flexión y torsión en el curso del laminado y reglaje del material.

Para satisfacer todas estas exigencias hay que elegir el acero y sistemas de elaboración así como los tratamientos térmicos oportunos.

Una larga experiencia y estudios sistemáticos en el proceso de fabricación del acero para cilindros forjados permite determinar estos diferentes aspectos y su aplicación en particular en la elección de los aceros para los cilindros destinados a la laminación en frío.

2. ACEROS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE CILINDROS ESTÁNDAR FORJADOS PARA LAMINACIÓN EN FRÍO

En la fabricación de cilindros estándar forjados para la laminación en frío, desde la década de los años 1970, se viene utilizando como composición base la de un acero de herramientas con alto contenido en carbono y pequeñas adiciones en los elementos de aleación. Acero que mediante un tratamiento térmico adecuado se pueden obtener las características primordiales en los cilindros tratados: alta dureza superficial, un núcleo tenaz, y elevada resistencia al desgaste.

Antes de entrar de lleno en la elección de las aleaciones de aceros más idóneas y de su aplicación, haremos un breve comentario técnico-metalúrgico para comprender mejor las razones de una buena elección.

2.1. Contenidos altos en carbono

Para alcanzar una alta resistencia al desgaste en el acero es necesario:

- Obtener una elevada dureza.
- Aceros con contenido en carbono suficientemente alto (C = 0,80 ÷ 0,90%).
- Estructuras lo más finas posibles siendo preferible una estructura martensítica a una bainítica a igualdad de dureza.

La presencia de un reparto regular de finos carburos en la estructura de la capa templada mejora la resistencia al desgaste. Igualmente la existencia de una ligera cantidad de austenita retenida después del temple –γret = (5 ÷ 15%)– no comporta la disminución sensible de las características del funcionamiento en servicio del cilindro.

La elección de contenidos en carbono del orden al 0,75 % (C ≈ 75%) comporta, automáticamente, durezas en superficie elevadas. El aumento significativo en los contenidos de carbono no es deseable; ya que en el temple del acero se corre el riesgo de aumentar sensiblemente la fragilidad y el porcentaje de austenita retenida: ¨en los aceros para cilindros forjados de laminación en frío se fijan los contenidos en carbono entre 0,80 y 0,90% (C = 0,80 ÷ 0,90%).¨

2.2 Otros elementos de aleación en los aceros para cilindros estándar

Si en la fabricación de cilindros forjados, destinados a la laminación en frío de metales, sólo se empleara aceros con alto contenido en carbono como único elemento de aleación, las capas duras obtenidas en el temple serían muy débiles –poca templabilidad–. Es necesario por lo tanto, mejorar la profundidad de la capa templada mediante la adición en el acero base al carbono de otros aleoelementos: cromo, molibdeno, vanadio, etc. que proporcionan carburos duros por lo que se aumenta la resistencia al desgaste, al tiempo que se consigue una mayor profundidad de capa templada y elevada dureza superficial.

Se han hecho estudios sistemáticos de estos elementos sobre la templabilidad de los aceros con un contenido aproximado del 1% de carbono (C = 1%) tanto en el estado recocido como de temple. Estudios realizado dentro de la óptica de las investigaciones de Grossmann, sobre la templabilidad: trazando en los diagramas las curvas de templabilidad después de una alta austenización (900 °C) del acero que permite la disolución completa del carbono. En la práctica las temperaturas de temple de estos aceros son sensiblemente más bajas.

La templabilidad ha sido evaluada mediante el ensayo Jominy y determinando para cada ensayo la distancia entre el extremo de la probeta templado al agua, y el punto en donde se obtiene una dureza de 60 HRC; figura 2.

De los estudios realizados se deducen las siguientes conclusiones:

- La necesidad de limitar el contenido en carbono. Un contenido aproximado de 0,80% de carbono (C = 0,80%) parece ser el óptimo.
- La influencia importante del molibdeno y del níquel. Influencia que es bien conocida pero que no ha clarificado el porcentaje ideal de cada elemento. El molibdeno presenta la ventaja de formar carburos que aumentan la resistencia al desgaste. El níquel aumenta de forma significativa el límite elástico y la resiliencia, por ello se le prefiere para elevar la tenacidad de los aceros por temple y revenido. No interesa tener niveles demasiado importantes de níquel y molibdeno; ya que estos elementos favorecen la formación de austenita retenida que puede resultar negativa para la vida útil del cilindro cuando se alcanzan contenidos próximos al 15% (γret ≥ 15%).
- Contenidos en cromo centrados entre el 2 y el 3% (Cr = 2 ÷ 3%). Ensayos realizados de forma independiente permiten confirmar que mayores porcentajes de cromo no aumentan en proporción las propiedades de empleo y trabajo en el cilindro forjado después de templado y revenido.
- El papel beneficioso del vanadio. En pequeñas proporciones (V = 0,10% ÷ 0,15%) afina el grano, y eleva la resistencia al sobrecalentamiento en los aceros. El vanadio tiene influencia muy negativa en contenidos mayores al 0,20% (V > 0,20%).

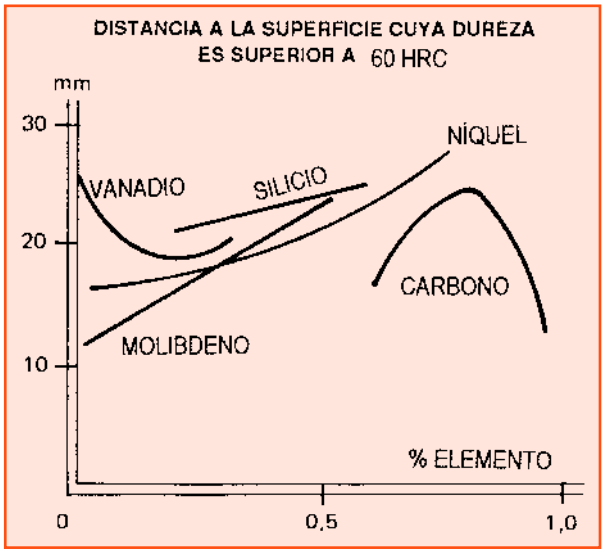


Figura 2. Influencia de los elementos de aleación sobre la templabilidad. Acero templado a 850 °C de composición media: C = 0,85%; Mn = 0,40%; Si = 0,40%; Ni = 0,25%; Cr = 1,75%; V = 0,15%; Mo = 0,25% (Acero G).

2.3 Ajustes en la aleación del acero que mejoran la relación resistencia al desgaste - tenacidad

Un cilindro debe tener una excelente resistencia al desgaste sobre una capa templada de gran profundi-

dad; pero, además, debe resistir todas las solicitaciones y esfuerzos variables en servicio. La composición elegida debe, entonces, permitir el mejor equilibrio entre dureza y tenacidad. La delimitación del contenido en carbono es ya un elemento favorable.

Se ha estudiado la influencia de los diferentes elementos residuales siguiendo la evolución de la resiliencia en probeta lisa (no entallada), previo temple + revenido, para distintos contenidos de elementos residuales. Se pueden fijar los límites, más allá de los cuales tales residuales producen una sensible fragilidad: (1) limitación del contenido de azufre entre 0,010 y 0,015% (S = 0,010 ÷ 0,015%); y (2) fósforo entre 0,015 y 0,020% (P = 0,015 ÷ 0,020%).

Aunque el aleoelemento vanadio no aumenta la templabilidad del metal interesa conservar una pequeña adición (V = 0,10% ÷ 0,15%) ya que los carburos formados, muy finos, impiden el crecimiento del grano de acero en la austenización. Circunstancia que permite utilizar temperaturas de austenización más elevadas sin riesgo de una merma en la tenacidad.

En la fabricación de cilindros estándar forjados para la laminación en frío de los metales, prácticamente se tiende a las composiciones que se exponen en la tabla I. Aunque el acero más popular es el 85 CrMoV7 (Acero G de la tabla I).

2.4 Aleaciones especiales para la fabricación de cilindros que deben resistir altas solicitaciones y esfuerzos extremos

En algunos casos los esfuerzos de compresión ejercidos sobre cilindros de trabajo son particularmente importantes. En los cilindros estándar fabricados con alguno de los aceros de la tabla I, la capa exterior endurecida por temple alcanza una dureza entre los 63 ÷ 65 HRC y el núcleo alcanza una resistencia igual y comprendida entre 1200 ÷ 1400 MPa (R = 1200 ÷ 1400 MPa). Es muy difícil, por tanto, alcanzar en estos aceros resistencias mayores en el núcleo siendo su templabilidad insuficiente. Es necesario entonces utilizar aceros mucho más aleados de temple total o másico que tengan una alta resistencia al desgaste gracias a la presencia muy sensible de carburos.

Cuando se necesitan en los cilindros durezas de tabla del orden de los 66 ÷ 67 HRC y en el núcleo una dureza aproximada de los 63 ÷ 64 HRC se recomienda el empleo del acero rápido 12-1-5-5, cuya composición media es: C = 1,65%; Cr = 4,5%; W = 12%; Mo = 0,5%; V = 5%; y Co = 5%.

Este acero de elaboración y transformación difícil permite obtener sin dificultad las durezas exigidas. Acero que, a pesar de la elección de temperaturas de temple adecuadas y una combinación de temperaturas y ciclos de revenido –tres o cuatro revenidos a 550 ºC–, es siempre frágil.

Por tal motivo, es recomendable el uso de otro acero tipo de rápido: el acero 6-5-3, para durezas comparables a las que se obtienen con los aceros de la tabla I = (HRC = 63 ÷ 65). La composición media del acero rápido 6-5-3 es: C = 1,30%; Cr = 4,5%; W = 5,5%; Mo = 4,55; y V = 3,50%.

El acero rápido 6-5-3, se rectifica mejor que el anterior –acero 12-1-5-5–; y al tener menos carburos de vanadio permite obtener, en los cilindros corres-

COMPOSICIÓN QUÍMICA MEDIA (%)									
ACERO	C	Mn	Si Máx	P	S	Cr	Ni	Mo	V
A	0,90	0,70 Máx	0,70 Máx	< 0,025	< 0,025	2,00	0,60 Máx	0,40	
B	0,90	0,70 Máx	0,70 Máx	< 0,025	< 0,025	3,00	0,80 Máx	0,40	–
C	0,90	0,70 Máx	0,70 Máx	< 0,025	< 0,025	5,00	0,80 Máx	0,50	–
D	0,80	0,30	0,30	< 0,015	< 0,015	1,80	–	–	–
E	0,80	0,30	0,30	< 0,015	< 0,015	2,50		0,20	0,10
F	0,85	0,40	0,40	< 0,015	< 0,015	3,00		0,25	0,10
G	0,85	0,40	0,40	< 0,015	< 0,015	1,75	0,25	0, 25	0,15

Tabla I. Aceros más utilizados en la fabricación de cilindros estándar forjados para la laminación en frío de los metales.

pondientes, excelentes estados de superficie necesario cuando se laminan en frío aceros inoxidables ferríticos, con recocido brillante. En el tratamiento del cilindro se consigue una dureza de tabla de 64 ÷ 65 HRC y en el núcleo una dureza del orden de los 63 HRC. Tiene una fragilidad sensiblemente menor que los aceros rápidos al 12% de volframio y 1,30% de carbono –p.e. acero 12-1-5-5–; y es, también, más frágil que el acero al 8% de molibdeno tipo 1-8-1; cuya composición media es: C = 0,83%; Cr = 4,25%; W = 1,5%; Mo = 8,25%; y V = 1,10%. El acero rápido 6-5-3, con una adecuada elección de las condiciones de temple y de revenido obtiene resistencias más satisfactorias, que se traducen en mayores solicitaciones en servicio; con una dureza superficial en la tabla del orden de los 64 HRC.

Las ventajas propias de estas aleaciones –aceros rápidos– pueden ser aumentadas por las técnicas actuales de fusión antes referidas (afino en cuchara y refusión bajo escoria) que mejoran las condiciones del proceso evitando la formación de ciertas aglomeraciones de carburos en las zonas de segregación que perjudican el buen rendimiento del cilindro.

Cuando es necesaria una dureza elevada sin sacrificio sensible de la tenacidad se puede emplear el acero X165CrMoV12. Acero de herramientas para trabajos en frío, que tiene la siguiente composición media: C = 1,60%, Cr = 12%, Mo = 1% y el V = 0,5%. Acero que permite durezas de temple entre los 62 y 63 HRC.

Hay otras aleaciones derivadas de composiciones de aceros para herramientas utilizados en la fabricación de útiles cortantes, que permiten obtener un buen compromiso entre dureza y tenacidad: p.e. el acero X55CrMoW7 cuya composición media es C = 0,55%; Cr = 7,5%; Mo = 1,7%; y W = 1,5%.

El contenido en carburos de estos aceros especiales es significativamente superior a los aceros de la tabla I, hecho que asegura una buena resistencia al desgaste; lo que permite, ampliamente, su utilización en cilindros destinados a la laminación en frío de flejes de acero al silicio con grano orientado. Debido a su nivel medio de carbono su fragilidad es claramente inferior a los de los aceros clásicos altos en cromo y en carbono –p.e. el acero X210CrW12– siendo la resistencia de aquéllos mayor a los esfuerzos y solicitaciones de empleo. Después del temple del acero X55CrMoW7, no se obtienen niveles de dureza significativamente elevados, y su campo de durezas de uso está limitado entre los 630 y 730 HV (57 ÷ 61 HRC).

3. ELABORACIÓN DE LOS ACEROS PARA CILINDROS FORJADOS DE LAMINACIÓN EN FRÍO

La fusión del acero se efectúa, habitualmente, en hornos de arco eléctricos. Las técnicas de metalurgia secundaria [horno-cuchara-vacío (HCV)] han mejorado extraordinariamente la calidad de los aceros en lo que se refiere al grado de desoxidación, contenido de oxígeno, limpieza inclusionaria, desulfuración, etc.

En la mayoría de los casos estos aceros cumplen los requisitos que se les exige. Sin embargo, se hace patente la necesidad de otras mejoras cuando se quieren fabricar cilindros de grandes dimensiones, y cuyas solicitaciones son muy complejas.

Refundiendo el acero en horno de arco al vacío (VAR) o en instalaciones de refusión bajo escoria electroconductora (ESR), se obtiene un elevado grado de pureza y gran homogeneidad estructural. Las características mecánicas del material y su comportamiento, referente a las modificaciones de medida en el temple, adquieren mayor isotropía; figura 3.

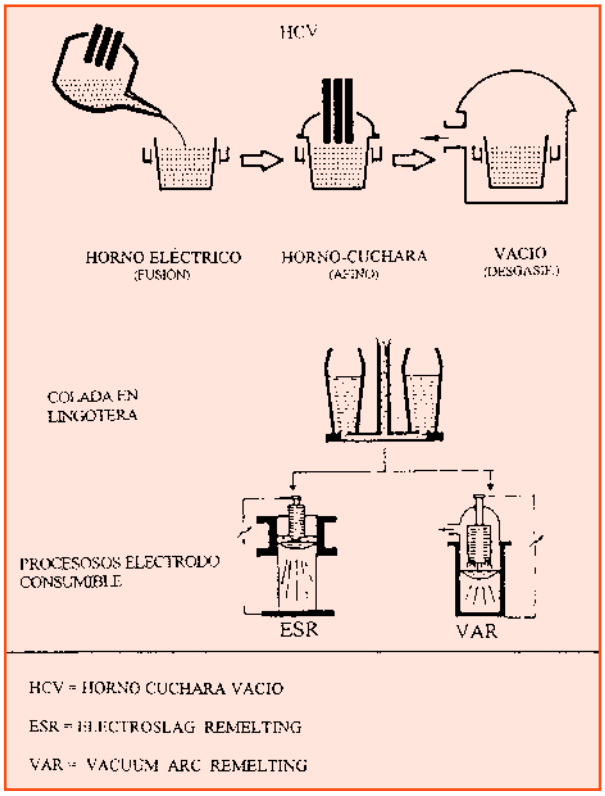


Figura 3. Tecnologías actuales de elaboración de aceros para cilindros: metalurgia secundaria HCV, refusión en horno de arco al vacío VAR y refusión bajo escoria electroconductora ESR.

El proceso de refusión bajo escoria electroconductora se define como un afino del acero por segunda fusión siendo el material de partida uno o más electrodos de acero elaborado en horno eléctrico y desgasificado con el objetivo de conseguir una extrema pureza en el acero tanto química como metalúrgica.

Las mejoras que este proceso confiere al acero y en consecuencia, al producto final en relación a otras fabricaciones más o menos convencionales, provienen tanto del tipo de estructura orientada de solidificación como de la limpieza metalúrgica del acero destacando en el lingote refundido la integridad, homogeneidad, ausencia de segregaciones, y rechupes.

La obtención de aceros con bajos niveles inclusionarios que armonicen las propiedades de alta resistencia mecánica con la tenacidad, exige la utilización de procesos industriales de afino del metal líquido, de fusión, de trabajo termo-mecánico y de tratamientos térmicos sofisticados como expondremos más adelante.

Las propiedades mecánicas de los aceros para cilindros forjados, aparte de depender de los procesos de obtención del metal líquido, dependen en gran medida de las operaciones de fusión, de la conformación termo-mecánica y de los ciclos térmicos.

4. EL FORJADO DE LOS CILINDROS

La forja como proceso de deformación plástica en caliente dará al producto –lingote o tocho–, elaborado según los procesos descritos, la forma deseada aproximada al cilindro de laminación y la consiguiente mejora de las propiedades mecánicas.

Así como se ha puesto de relieve la importancia de utilizar un acero limpio y exento de efectos en el mayor grado posible; se debe destacar, también, la importancia que tiene el proceso de deformación plástica en caliente sobre las propiedades que se desean obtener del cilindro forjado. En la forja, la deformación plástica en caliente define la geometría de la pieza y marca el comienzo de una homogeneización y transformación de la estructura cristalina.

Gracias a la forja se puede asegurar un producto exento de porosidades o pequeños vacíos y con una estructura más fina, lo que aumenta la tenacidad para un mismo nivel de resistencia mecánica. Como consecuencia de su mayor tenacidad los cilindros forjados pueden emplearse con mayores durezas de trabajo sin riesgo de rotura y con una mayor resistencia al desgaste en relación a los cilindros fundidos.

La forja tiene un papel importante en la calidad de los cilindros; ya que debe conseguir compactar el núcleo de los grandes lingotes empleados y afinar, en la mayor medida posible, la estructura primaria del lingote. Estas condiciones son necesarias para obtener las mejores características mecánicas del cilindro así como una alta resistencia al desgaste de la superficie en contacto con la banda correspondiente, en su trabajo de laminado en frío.

El enfriamiento controlado del cilindro después de la forja intenta evitar tensiones y formación de grietas. Un normalizado prolongado con el que se homogenizan los constituyentes estructurales, seguido de un recocido de globulización que posibilite, después en el endurecimiento por temple de la tabla, una estructura martensítica con carburos finos distribuidos uniformemente.

Posteriormente al mecanizado se realiza un tratamiento de difusión del hidrógeno, para evitar posibles precipitaciones de este elemento (H) en las microporosidades que puedan existir en el acero. Con este tratamiento se consigue un menor riesgo de rotura en servicio del cilindro.

5. TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS CILINDROS

El tratamiento térmico representa la etapa crítica del proceso de fabricación dado que con el tratamiento térmico quedan definidas las propiedades finales del cilindro correspondiente.

El tratamiento térmico consta de una serie de operaciones básicas y altamente delicadas en su desarrollo, las cuales responden a ciertos parámetros teóricos y a una vasta experiencia en la práctica; hecho que es muy importante y fundamental. Las dificultades operativas que se producen en la práctica se ven notablemente acentuadas a medida que la forma del cilindro tiende a ser más compleja y, asimismo, cuando el tamaño de grano aumenta; dado que, el nivel de propiedades presentes en la fase de forja no sólo depende de la composición química del acero sino, también, de la forma y tamaño del cilindro.

En el tratamiento térmico de los cilindros forjados para la laminación en frío hay que distinguir varios procesos que comentamos a continuación.

5.1 Bonificado

Es necesario siempre efectuar un tratamiento previo de temple + revenido; siendo la temperatura de temple lo suficientemente baja como para obtener un grano fino.

La estructura con un reparto homogéneo de los componentes de temple permite una difusión rápida del carbono en la fase de austenización, evitando así el engrosamiento del grano por sobrecalentamientos en el tratamiento final del cilindro.

El bonificado como tratamiento final y único permite, además, tratar el conjunto de cilindros cuyas durezas finales exigidas en servicio son de 40 ÷ 45 Shores D en los casos normales y con durezas de 45 ÷ 55 Shores C para cilindros sometidos a esfuerzos importantes de flexión y torsión. Cuando las exigencias en servicio determinen durezas del orden de los 90 Shores C, estos cilindros se tratarán posteriormente en tabla con un temple especial.

El bonificado previo no es necesario en los cilindros fabricados con el acero X55CrMoW7 de composición: C = 0,55; Cr = 7,5; Mo = 1,7; y W = 1,5 . Estos cilindros son tratados en toda la masa para las durezas de empleo exigidas. El temple comporta una austenización a una temperatura próxima a los 1000 °C, con la cual se disuelven una parte significativa de carburos; subsistiendo sin disolver otra buena parte de ellos que impiden por bloqueo el crecimiento del grano.

5.2 Doble temple: tratamiento de calidad

Según el tipo de cilindro, dimensiones, utilización, etc. se está en disposición de seleccionar tres modalidades o técnicas diferentes de temple.

5.2.1 Temple clásico

Es el utilizado en la mayoría de los casos: con calentamiento homogéneo o diferencial en cualquiera que sea las dimensiones de los cilindros estándar –aceros de la tabla I– utilizados en los procesos de desbaste. Temple que permite obtener un gradiente de dureza correcta en la zona de transición lo que es favorable para la resistencia del cilindro según las solicitaciones del que es objeto en servicio; figura 4.

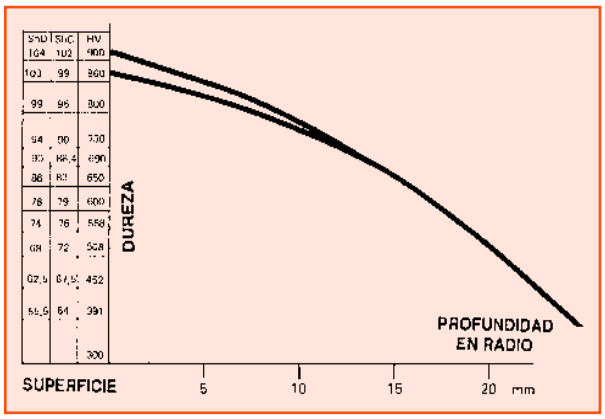


Figura 4. Perfil de durezas capa templada. Temple convencional: cilindro de desbaste (Acero G).

5.2.2 Temple por inducción de media frecuencia

Esta técnica es empleada para obtener una constancia de dureza sobre la profundidad de capa templada. Circunstancia que es interesante en los cilindros de skin-pass –temperado– y en cilindros para la laminación de metales no férricos. Con este proceso de temple el gradiente de dureza en la zona de transición es elevado, lo que resulta desfavorable para la resistencia mecánica del cilindro a solicitaciones muy importantes en servicio; figuras 5 y 6.

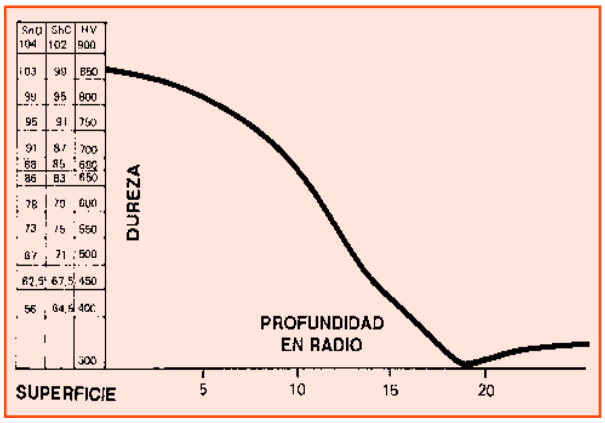


Figura 5. Perfil de dureza capa templada. Temple por inducción frecuencia media 1000 Hz Tabla cilindro de 125 mm. diámetro (Acero G).

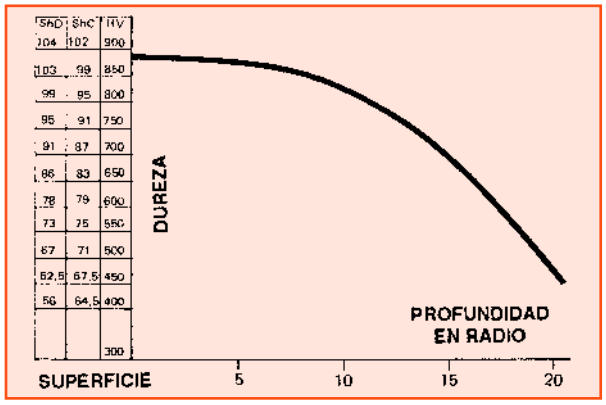


Figura 6. Perfil de durezas capa templada. Temple por inducción frecuencia media 1.000 Hz. Tabla cilindro de 350 mm. diámetro (Acero G).

5.2.3 Temple por inducción de baja frecuencia

Permite templar a una gran profundidad con un gradiente de dureza equivalente al del temple clásico. Se aplica en cilindros de apoyo y permite obtener una gran profundidad de capa templada con dureza constante. Para ciertos tipos de cilindro de trabajo se puede evitar el bonificado previo.

El temple por inducción de media y baja frecuencia permite también retemplar, sin riesgo de deformación, con lo cual se aumenta la vida útil de los cilindros; figuras 7, 8, y 9.

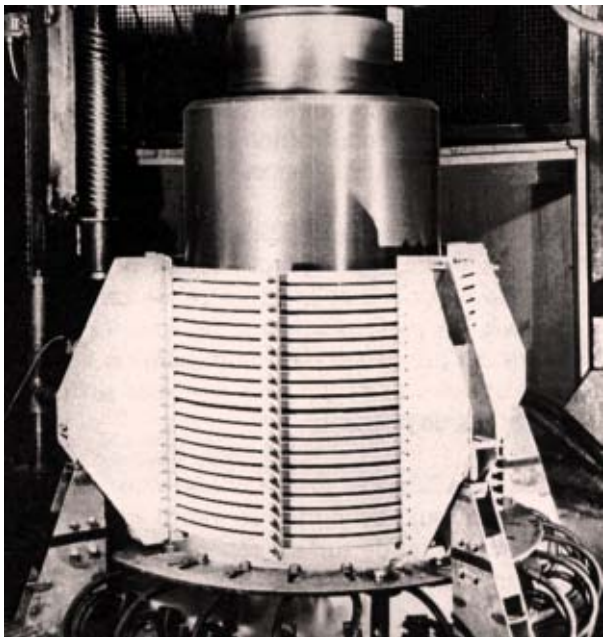


Figura 7. Máquina de temple por inducción baja frecuencia. 50 HZ. Diámetro máximo de temple 650 mm.

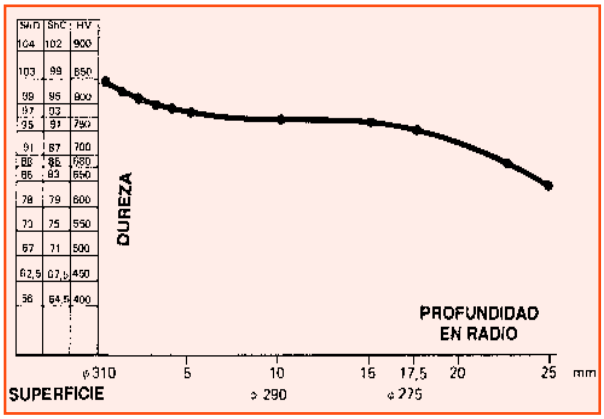


Figura 8. Perfil de durezas capa templada. Temple por inducción baja frecuencia 50 Hz Tabla cilindro de 310 mm. diámetro (Acero G).

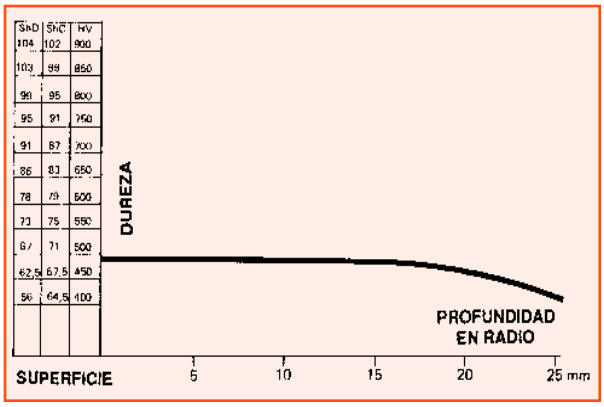


Figura 9. Perfil de durezas capa templada. Temple por inducción baja frecuencia 50 Hz + revenido para una dureza de tabla de HV = 500. Tabla cilindro apoyo de 400 mm de diámetro (Acero G).

El número de revenidos, y la temperaturas de los mismos, son realizados en función de las características de funcionamiento de los cilindros. Con temperaturas bajas de revenido se aseguran durezas más elevadas, circunstancia que conlleva una mayor fragilidad; además, de no permitir la descomposición de la austenita retenida.

6. UTILIZACION Y MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS

Para obtener el mejor rendimiento de los cilindros, el usuario juega un papel importante tomando las precauciones más idóneas para mantenerlos en buen estado. Aunque ciertas precauciones que comentaremos a continuación pueden parecer obvias, creemos útil recordarlas para que ninguna de ellas sea olvidada.

6.1 Precauciones a tomar

- Almacenamiento de cilindros. Los cilindros deben almacenarse en un lugar seco en donde la temperatura no descienda por debajo de los 10 °C sin cambios bruscos de temperatura, apoyados sobre sus muñequillas manteniendo la tabla libre al aire. Bruscas variaciones de temperatura pueden ir acompañadas de una transformación de la austenita retenida en martensita.
- Momento de la puesta en servicio. Calentar lenta y uniformemente los cilindros a una temperatura aproximada entre los 50 y 60 °C. Si no se puede tomar esta precaución, realizar las primeras pasadas de laminación a velocidad reducida evitando aplicar fuertes presiones.

6.2 Rectificado de los cilindros

La elección de las muelas, de las condiciones de corte, y de refrigeración, es función de las características de las máquinas de rectificar y de las necesidades más convenientes en la mayoría de los casos.

Los aceros de la tabla I se rectifican todos con las mismas muelas y en las mismas condiciones. Las precauciones habituales para el rectificado de los cilindros templados superficialmente se toman para evitar los calentamientos y los recalentamientos en el trabajo de rectificado.

Para los aceros X165CrMoV12 –C = 1,65%; Cr = 12%; Mo = 1%; V = 0,50%–, las especificaciones sobre el grano de la muela son diferentes y, también, las constantes de corte. El rendimiento de rectificado será inferior al obtenido al de los aceros de la tabla I.

Los aceros rápidos comentados presentan grandes dificultades de rectificado por su elevado contenido en vanadio y su alta presencia de carburos.

Bajo las solicitaciones de laminación, la capa superficial está fuertemente perturbada por fenómenos de endurecimiento que implican mayor fragilidad de la capa superficial; se manifiestan por un aumento de la dureza. El fenómeno de endurecimiento superficial está ligado no sólo al tiempo de laminación sino también a la velocidad y a la presión de la misma. En estas condiciones no existe regla alguna para su velocidad de formación.

Las causas de deterioro de la capa superficial están generalmente acompañadas de la formación de grietas superficiales. Mediante el rectificado, estos defectos son eliminados.

7. CAUSAS DE ROTURA EN SERVICIO

De la experiencia en la fabricación y utilización de cilindros en laminación en frío, comentamos algunos casos típicos de roturas:

7.1 Rotura de muñequillas en la unión con la tabla

Esta forma de rotura se produce generalmente por fatiga; figura 10. Fractura en la cual puede observarse claramente los anillos de propagación de la grieta producida por la fatiga. Las fuertes tensiones de tracción y comprensión producidas por la flexión del cilindro, se centran en la unión de la tabla con las muñequillas y su naturaleza alternativa provoca la rotura progresiva por fatiga.

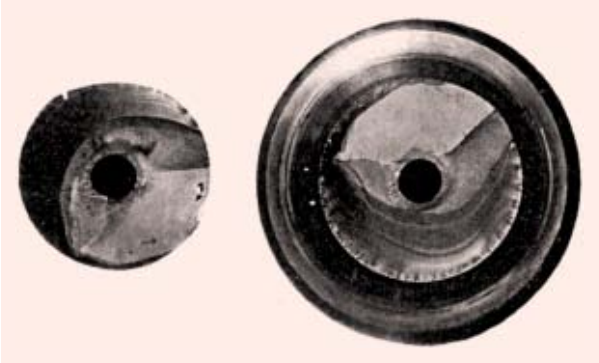


Figura 10. Fractura de muñequillas por fatiga.

7.2 Rectificado defectuoso

El rectificado en malas condiciones, forzando demasiado la muela sobre la dura superficie de la tabla de los cilindros, por el empleo de muelas demasiado duras o por haber efectuado el rectificado con falta total o parcial de la refrigeración necesaria, se pueden producir sobrecalentamientos que dan origen a la inutilización del cilindro. En la figura 11 se observa, después del ataque con ácido nítrico y nital que pone los defectos más patentes, una banda sobrecalentada y con grietas en mosaico.

En este caso se trata de un defecto tan grave que hace suponer que se ha realizado un rectificado sin refrigeración. Pero en otros casos, no tan patentes,

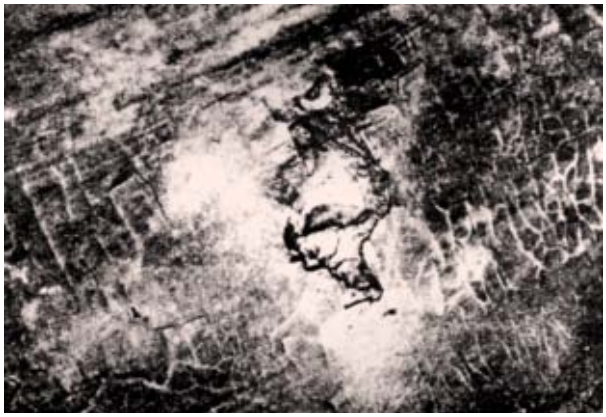


Figura 11. Grietas de mosaico y ligero desconchado por rectificado defectuoso.

pueden producirse grietas microscópicas que se extienden durante el trabajo posterior del cilindro hasta originar defectos graves.

7.3 Patinazos

Es esta una de las causas más frecuentes de roturas por desconchamiento de los cilindros. Los patinazos pueden ser producidos por diversas causas:

- Entrada difícil del material entre los cilindros produciendo fuerte rozamiento.
- Alineación defectuosa de los dos cilindros de trabajo.
- Refrigeración exterior insuficiente o inadecuada en el proceso de laminado.
- Presencia de materiales lubricantes que dificulten la adherencia del material laminado a los cilindros.
- Detenciones accidentales de la banda entre los cilindros.
- Trabajo incorrecto de las bobinadoras.

El patinazo tiene lugar cuando por cualquier circunstancia, los cilindros giran sobre el material sin que éste se desplace: se produce, entonces, una anormal generación de calor debida al deslizamiento entre cilindros y material y en consecuencia, una brusca, intensa y localizada elevación de la temperatura de la superficie del cilindro y del material. Temperatura que puede sobrepasar los 300 °C como se puede comprobar por el color azul adquirido en ocasiones por la zona del material que soporta el patinazo. A veces, puede incluso existir un arranque del material laminado que se adhiere a la superficie del cilindro.

Debido a la gran cantidad de calor generado en muy poco tiempo. la elevación de la temperatura afecta sólo a la zona superficial del cilindro; figura 12.

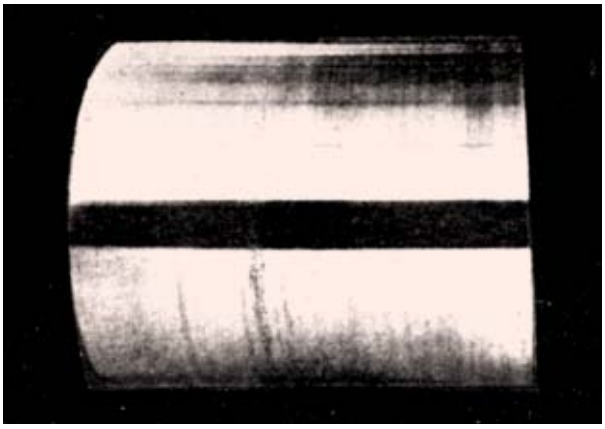


Figura 12. Patinazo: efecto producido en la tabla del cilindro.

Esta zona experimenta, por tanto, una dilatación y un revenido con pérdida de dureza y disminución de volumen. Hay pues dos efectos contrarios: una contracción por razón del revenido local y una dilatación por razón de la elevación de temperatura. siendo este segundo efecto mayor que el primero. En consecuencia, mientras la superficie del cilindro mantiene la temperatura debida al patinazo, la zona superficial está sometida a comprensión, mientras que bajo la superficie estas tensiones son de tracción.

Cuando la temperatura, decrece después del patinazo, al contraerse el material por el enfriamiento, la zona superficial revenida queda sometida a tracciones tangenciales y longitudinales que pueden dar lugar a la aparición de grietas en mosaico.

La existencia de un patinazo puede por tanto ser puesta de manifiesto:

- Por la pérdida de dureza debida al revenido local.
- Por el ennegrecimiento de esa zona después de un ataque con ácido nítrico y nital.
- Por la posible existencia de grietas en mosaico.
- Por la posible presencia de partículas adheridas de material laminado.

7.4 Desconchado

El cilindro está sujeto a un estado de tensiones, debido a su proceso de fabricación, cuya distribución es tal que la zona de transición de la dureza de la capa dura al núcleo tenaz, existe una estrecha región

de tensiones de tracción de elevado valor. Como al principio hemos señalado, las variaciones volumétricas motivadas por el calentamiento superficial durante el patinazo provocan tensiones de compresión en la superficie y de tracción bajo de ella. Dado que la elevación de la temperatura afecta a una delgada capa superficial, es de presumir que en la zona de máximas tracciones, las tensiones provocadas por el patinazo sean también de tracción, con lo que al aumentar éstas su valor se producen las grietas originales que por fatiga se propagan hasta originar el desconchado; figura 13.

Figura 13. Desconchado.

La experiencia muestra que en la mayor parte de los casos en que se produce un desconchado, son observables huellas de patinazo, sin embargo si el desconchamiento no ha sobrevenido inmediatamente después del patinazo (circunstancia que ocurre la gran mayoría de las veces), dichos indicios se pueden hacer desaparecer en los sucesivos rectificados normales de reacondicionamiento. Cuando en estas condiciones sobreviene la rotura brusca o desconchamiento, es más difícil poder encontrar su causa.

RECONOCIMIENTO

Los autores quieren agradecer a Don José Antonio Ezquerro de SIDENOR –Planta de Basauri– la ayuda prestada, sin la cual no habría sido posible la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ALEXANDRE STUARD. M, Desarrollo de las tecnologías de fabricación de cilindros frente a la modernización de las técnicas de laminación., Siderurgia Latinoamericana N.375 Julio 1991.

AMOIA L.A, Técnicas para el mantenimiento de cilindros de laminación. en frío, Laminación S-20 ILAFA 1968.

MARAND B., Développement des aciers d'outillage et aciers rapides dans la fabrication des cylindres forgés pour laminage à froid., Aciers Spéciaux n 51, Août 1980.

Folletos y Catálogos sobre CILINDROS FORJADOS PARA DEFORMACIÓN EN FRÍO. Plantas de BASAURI y REINOSA del Grupo SIDENOR.

INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA . . 15

BAUTERMIC 17

BIEMH 13

COFI . . . . . PORTADA

ENTESIS 9

EUCON 3

HORNOS INDUSTRIALES PUJOL . Contraportada 2

INSERTEC . . . . . Contraportada 4

INTERBIL 7

M.C.G 21

REVISTAS TECNICAS . . . . . Contraportada 3

TECNYMAT 17

TRATERMAT 5

WIRE 23

Próximo número

FEBRERO

Nº Especial TRATERMAT. Nº presente en BIEMH (Feria de Bilbao). Hornos de vacío, de campana, continuos. Hornos de temple. Revenido. Refractarios. Útiles para hornos. Gases especiales. Atmósferas. Quemadores. Medidas. Control no destructivo. Temperatura. Dureza. Aislamientos. Lubricantes. Fluidos. Medio ambiente.