

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Boletín informativo
Centro de Investigación y Desarrollo
en Mecánica

INTI  **Mecánica**

Año 4 | Número 5 | - marzo de 2004

ISSN 1514-9870

Reporte metalmecánico

FRANQUEO A PAGAR
CUENTA N° 11041
SUC. SAN MARTIN C.P. 1650
CORREO ARGENTINO

Programación de cursos 2004

- Todos los cursos se dictan de acuerdo a los requisitos de la Norma IRAM-ISO 9712.
- Los cursos podrán iniciarse en la fecha indicada una vez que se haya completado el cupo mínimo de 12 asistenes.
- Los horarios de los cursos se definirán oportunamente.
- Este calendario puede sufrir modificaciones.

► Inscripciones:

Sede Central: Avenida General Paz 5445
San Martín, Buenos Aires

Dirección postal
CC157 B1650WAB, San Martín, Buenos Aires.

e-mail: mecanica@inti.gov.ar
Teléfono: 4724 6287
Fax: 4752 0818
Conmutador: 4724 6200/6300/6400
Interno: 6460

Horario: lunes a viernes de 8,30 a 16 h

Partículas Magnetizables	Marzo 30 y 31	Nivel 1 - Total: 16 h	Corrientes Inducidas	Julio 12 al 16	Nivel 1 - Total: 40 h
Líquidos Penetrantes	Abril 13 y 14	Nivel 1 - Total: 16 h	Líquidos Penetrantes	Agosto 9 al 13	Nivel 1-2 - Total: 40 h
Líquidos Penetrantes	Abril 26 al 29	Nivel 2 - Total: 24 h	Partículas Magnetizables	Agosto 23 al 27	Nivel 1-2 - Total: 40 h
Partículas Magnetizables	Mayo 10 al 12	Nivel 2 - Total: 24 h	Radiografía Industrial	Septiembre 6 al 17	Nivel 2 - Total: 80 h
Radiografía Industrial	Mayo 17 al 21	Nivel 1 - Total: 40 h	Ultrasonidos	Octubre 18 al 29	Nivel 2 - Total: 80 h
Ultrasonidos	Junio14 al 18	Nivel 1 - Total: 40 h	Corrientes Inducidas	Noviembre 15 al 19	Nivel 2 - Total: 40 h

Staff

Dirección
Ingeniero Mario Quintero

Colaboración
María Belén Parodi
Daniel Vega
Pablo Corengia
Federico Walther
Carlos D'Orío
Raúl Mingo
Juan Schumacher
Héctor Zorzi
Daniel Martínez Kraher
Alberto Paredes
Gustavo Maceira
Graciela Duret
Jorge Schneebeli
Marcos Rodríguez
Andrés Villa Abrille

Comité Ejecutivo

Presidente
Abelardo Lago (AAFMA)

Vicepresidente
Juan Giraudi (CAMINA)

Vocales
Amado Cabo (CAMINA)
Oscar Simaro (Acindar S.A.)
Guido Faberzani (CAFHIM)
Juan F. Carfagna (ADIMRA)
Alberto De Stefano (Acerbrag S.A.)
Rubén Félix (INTI)
Norberto Ticca (ADIMRA)

Impreso en Ediciones del INTI
marzo de 2004
1500 ejemplares

Laboratorio de Microscopía Electrónica

María Belén Parodi - Daniel Vega

El microscopio electrónico es uno de los instrumentos más poderosos a los que puede recurrir la industria para analizar y resolver los problemas que se presentan en la fabricación y el comportamiento de sus productos.

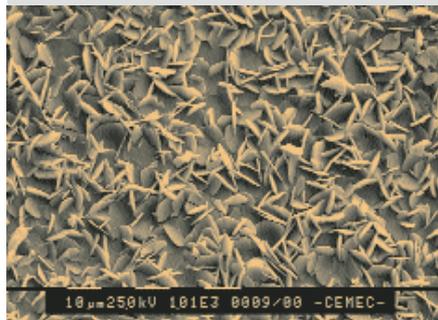
Sin embargo, su altísimo costo lo vuelve prácticamente inaccesible a la mayoría de las empresas.

El laboratorio de microscopía electrónica viene a llenar este vacío, brindando un servicio eficiente y confiable, basado en la capacidad y experiencia de sus técnicos y a un costo totalmente accesible.

Mediante el microscopio electrónico se pueden observar materiales a magnificaciones muy superiores a las que se logran con aparatos convencionales, lo que permite realizar estudios y análisis imposibles de obtener por otros medios.

El microscopio electrónico con que cuenta el laboratorio posee, además, una microsonda electrónica dispersiva en energía de rayos x (EDAX) para realizar análisis químicos en zonas tan pequeñas que se miden en décimas de micrón. Otro accesorio especial, la platina de tracción, se utiliza para observar el comportamiento de muestras de material mientras se las somete a esfuerzo, pudiendo estudiar el proceso hasta llegar a la rotura, con la toma correspondiente de datos mediante un programa

En la fotomicrografía se observan cristales de fosfato de cinc sobre una chapa de acero, es una de las etapas en el tratamiento de cataforesis. Los datos al pie indican, de izquierda a derecha, el valor del segmento blanco de la escala, el voltaje de trabajo, la magnificación expresada en potencias de diez y un número de identificación.



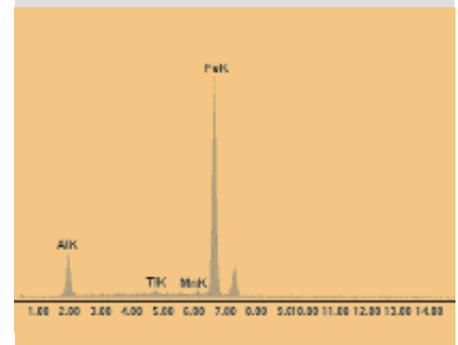
específico. Si bien las condiciones de trabajo del microscopio electrónico son las más convenientes para su utilización como microscopio electrónico de barrido, se cuenta con un accesorio para utilización del equipo como un microscopio de transmisión.

Las aplicaciones del microscopio electrónico en la industria son prácticamente ilimitadas. Como ejemplo se pueden citar algunas de las más usuales:

- Análisis de productos de corrosión
- Estudio de metales y aleaciones
- Análisis de fracturas

- Estudio de minerales
- Determinación de distribución de tamaño y forma de partículas en polvos, filtros, etc.
- Estudio del comportamiento de materiales frente al esfuerzo mecánico de tracción.
- Estudios de morfología de cristales, deposiciones, precipitados y electrodeposiciones sobre diferentes sustratos.
- Recuento de fibras y partículas sobre filtros para control ambiental.
- Observación y análisis de materiales plásticos, textiles, orgánicos, biológicos e inorgánicos.
- Medición y análisis de espesores.

En el espectro por medio de la técnica EDAX se identificó la composición de la superficie de una aleación.



Sumario

1. Laboratorio de Microscopía Electrónica
2. Tribología en el grupo de ingeniería de superficies del Area de Investigación y Desarrollo en Mecánica
3. Historia: En busca del mesón perdido y el hierro meteórico de la revolución- Parte 2
4. Programas de simulación computacional en tecnología de la fundición
5. Cámaras fotográficas y la fotografía
6. Corte láser: Influencia sobre las características mecánicas de probetas planas de tracción, obtenidas a partir de chapas finas de acero galvanizado
7. Tratamiento criogénico de materiales

Editorial

Iniciamos este año con renovado entusiasmo y nuevo formato para nuestra publicación; a través de ella queremos que conozcan los nuevos proyectos a los que estamos abocados.

El año 2003 tuvo un balance positivo en la actividad metalmeccánica. Sin embargo para la gente del INTI hubo una noticia muy triste. En diciembre falleció nuestro compañero Hugo Helguero. Muchos de los integrantes del Área lo conocieron desde casi su nacimiento, el resto cuando empezó a trabajar en el laboratorio de Ensayos Mecánicos. Allí como en todo el INTI-Mecánica hizo grandes amigos. Fue un buen compañero, alegre y respetuoso con todos. Desde estas líneas queremos recordarlo, por eso le dedicamos esta edición.

Tribología en el Grupo de Ingeniería de Superficies del INTI-Mecánica

Federico Walther y Pablo Corengia (Grupo Ingeniería de Superficies –www.inti.gov.ar)

TRIBOLOGÍA (fricción, lubricación, y desgaste) es la ciencia y tecnología de las superficies que interactúan en movimiento relativo, y las prácticas relacionadas con estos fenómenos.

El término tribología proviene del griego «tribos», que significa frotar o rozar. Su significado fue claramente transmitido a través de viejos escritos, aunque los estudios científicos de la dinámica del movimiento y los fenómenos de fricción acontecieron mucho después de las primeras aplicaciones en este campo.

El primer acercamiento teórico fue debido a Galileo, quien realizó un gran avance en el entendimiento del movimiento, cuando postuló el «principio de inercia».

La siguiente etapa en el desarrollo científico de la dinámica fue hecha por Newton, quien formuló las leyes de la mecánica clásica.

Suplementariamente a las leyes de Galileo y Newton, Amontons en 1699 y Coulomb en 1785 formularon algunas reglas de fricción en sólidos basadas en experimentos.

Coulomb desarrolló el primer equipo de medición llamado «tribómetro». A partir de entonces y hasta la actualidad se sucedieron numerosos estudios con el objeto de comprender a un nivel macroscópico los fenómenos tribológicos.

Sin embargo, el entendimiento a escala atómica o microscópica de los fenómenos que ocurren cuando dos superficies interactúan trae grandes beneficios en la fabricación de componentes precisos.

Además de la importancia científico-tecnológica de la tribología, existe un gran interés económico.

Diversos estudios han mostrado que aproximadamente el 30% de la energía generada en las industrias del mundo es consumida para vencer la fricción.

La importancia de la conservación de la energía y los materiales reside en disminuir las pérdidas por fricción así como también extender la vida útil de los componentes, disminuyendo el costo de recambio y de parada de equipos.

DESGASTE Y FRICCIÓN

Si bien hasta el momento no existe un acuerdo generalizado para la definición de desgaste, la siguiente ha sido ampliamente aceptada: «Desgaste es la remoción de material de superficies en movimiento relativo por procesos mecánicos y/o químicos».

El desgaste y la fricción no son propiedades intrínsecas del material, son características del «sistema de ingeniería».

No existe una relación simple y universal entre fricción y desgaste, pero frecuentemente grandes cambios en el desgaste resultarán de pequeños cambios en fricción.

Si bien en algunas situaciones hay solamente un mecanismo que controla la velocidad de desgaste del sistema, pueden existir varios mecanismos de desgaste actuando simultáneamente, y la identificación de los mismos es de primordial importancia en tribología.

Una vez identificada la existencia del tribomecanismo, se puede realizar la selección de los materiales y tratamientos disponibles para combatir el desgaste y la fricción.

Dentro del Grupo Ingeniería de Superficies (GIS) del INTI - MECÁNICA existe un área que se dedica a la Investigación y Desarrollo y Asistencia Técnica a la Industria en Tribología. Esta realiza diferentes actividades relacionadas con la fricción, desgaste y lubricación.

El área tribología del GIS está trabajando en la asistencia técnica a la industria, a través de la realización de diferentes ensayos tribológicos, diseño de materiales y tratamientos de superficies para determinadas aplicaciones, caracterización de superficies, etc. con el objeto de cumplir con el rol de asistente para la mejora de la competitividad industrial.

Por otra parte, en el área de la tribología son necesarios la investigación y el desarrollo constante, para solucionar problemas tecnológicos que producen importantes obstáculos en la industria.

Existen materiales ampliamente utilizados en ingeniería debido a sus caracte-

rísticas, como por ejemplo un buen comportamiento frente a la corrosión. Sin embargo, estos materiales pueden presentar una baja resistencia al desgaste y un limitado comportamiento tribológico.

Es por esto que realizamos un estudio sobre un acero inoxidable martensítico AISI 410 nitrurado por plasma. Este tratamiento produjo en la superficie del material una capa nitrurada de aproximadamente 30 μm de espesor y una dureza siete veces superior a la del sustrato.

Para estudiar el comportamiento tribológico se determinó el coeficiente de fricción y la resistencia al desgaste del material nitrurado y su comparación con el material sin nitrurar. Para esto se realizaron ensayos de desgaste bajo diferentes cargas normales y se estudiaron los mecanismos de desgaste existentes.

La evolución del coeficiente de fricción fue determinada mediante ensayos pin-on-disc y se determinó la tasa de desgaste utilizando ensayos AMSLER (Amsler disc machine).

Con el objeto de distinguir los mecanismos de desgaste involucrados se observaron las probetas luego del ensayo utilizando lupa estereoscópica, microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido.

Las partículas de desgaste (wear debris) producidas durante el ensayo fueron recolectadas y analizadas.

Figura 1: Evolución del coeficiente de fricción

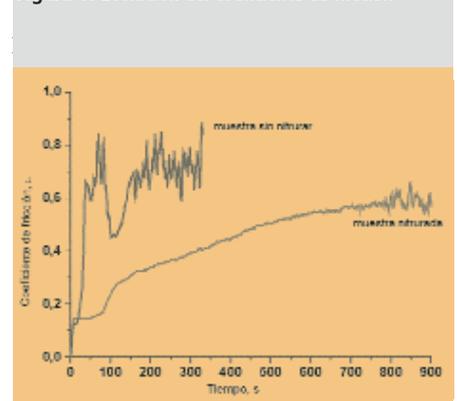


Figura 2: Pérdida en peso versus número de vueltas

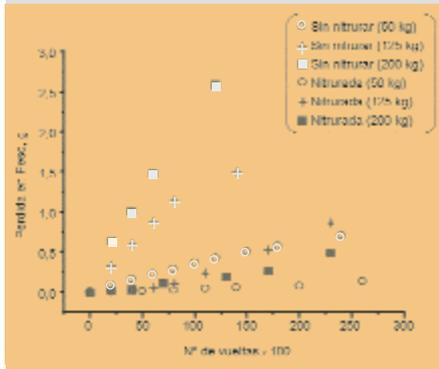
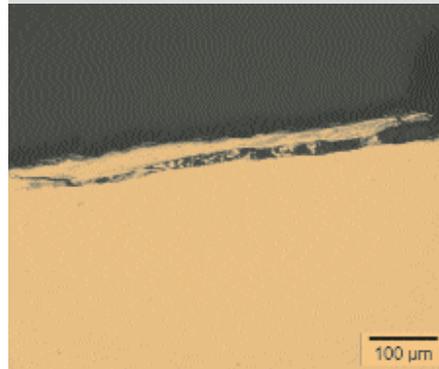


Figura 3: Micrografía de una sección de una muestra desgastada bajo 125 Kg.



evidenció que la presencia de una capa endurecida (nitrurada) en la superficie del acero inoxidable martensítico produce una significativa reducción en el coeficiente de fricción (Figura 1) y la tasa de desgaste bajo todas las condiciones ensayadas (Figura 2).

El análisis de las superficies y subsuperficies de las muestras ensayadas, junto a las determinaciones de microdureza y el análisis de las partículas de desgaste permitieron identificar los mecanismos actuantes durante el ensayo.

En la Figura 3 se presenta una micrografía de una probeta desgastada indicando la presencia del mecanismo de delaminación.

Historia

En busca del mesón perdido y el hierro meteórico de la revolución - Parte 2

En busca de la supuesta mina de plata, parte la expedición con 200 hombres bajo la dirección científica del Teniente de Fragata de la Real armada, don Miguel Rubín de Celis, Caballero de la Orden de Santiago, Académico de la Real Academia de Marina de Francia y Académico de la Real Academia de Historia de España.

Celis llega a Santiago del Estero y de allí parte la expedición, atravesando el Salado llega a la antigua Reducción de los indios Vilelas, recorre 330 km hacia el noreste, por el desierto de Otumpa, hoy campo del Cielo, y encuentra una masa de hierro de unos 400 quintales, aproximadamente 18.000 kg. Practicando excavaciones mueve el meteorito cuyas dimensiones anota, hecha la equivalencia a metros serían, 2,89 x 1,82 x 1,37 de espesor. Tratando de fundir un trozo no lo consigue y llega a la conclusión que es una masa inútil. Produce además dos explosiones que entierran aún más la mole de hierro.

Celis eleva, cuando llega a España, un informe a la Real Sociedad de Londres, en 1786, y parte del material obtenido. Un análisis hecho por el químico Eduardo Howard, en Londres, da por resultado 93% de hierro y 7% de ní-

quel, publicados en 1802. Proust también los había analizado en 1788 con los mismos valores y posteriormente, en los mismos fragmentos de Celis, Vauquelin y Klaproth confirman los resultados.

En 1788 se trajeron a Bs. As. fragmentos del meteorito, «maestros de herrería lo analizan, trabajando el metal: Lázaro Quijano, Francisco González, Guillermo Zedmund y Francisco Javier Zuloaga... Hallaron que eran de una calidad superior a cuantos habían trabajado en esta especie, pues tanto caliente como frío demuestra su bondad para cualquier trabajo»(Furlong).

En 1803, don Diego Bravo Rueda encabeza otra expedición, y sin llegar al mesón de hierro carga en Campo del Cielo un meteorito de unos 900 kg que llegan a manos de Esteban de Luca, director de la fábrica de armas. Con él, en 1816, se fabricaron fusiles y pistolas de arzón, de las cuales dos se mandaron de regalo al presidente de los EE.UU. y una o dos al General Belgrano.

Esteban de Luca en su informe al Gobierno dice que por su calidad este hierro debe ser empleado en la construcción de cañones.

Su informe se titula «Disertación sobre el hierro del Tucumán», del 10 de febrero de 1816. Después de la revolución, ya avanzado el siglo XIX, se hicieron varias e infructuosas expediciones en busca del Mesón de Hierro.

El Gobierno de Santiago ofreció un premio al que lo encontrara, pero fue inútil. El mesón había desaparecido. Aún hoy no se lo ha hallado. Pero antes de seguir, veamos otra historia que corre paralela.

Francia, «Dictador Perpetuo» del Paraguay en los años que siguen a la Revolución de Mayo, ve o cree ver un fuego que cae de lo alto a unas 100 leguas de Asunción, un meteorito que manda a buscar con centenares de hombres y mujeres, muchos quedan en el camino, pero traen un enorme trozo de hierro arrastrado por desiertos y pantanos cruzando uno o varios ríos, no sabemos si es el meteorito que Francia vio caer o es quizás el mesón de hierro que desapareció.

Carlos A. D'Orio

Programas de simulación computacional en tecnología de la fundición

Doctor Ingeniero Raúl Mingo
Ingeniero Marcos Rodríguez
Ingeniero Juan Schumacher

El objetivo de estos programas es llegar, con la máxima fiabilidad, a la obtención de una «colada virtual» que reduzca el tiempo de fabricación de un molde y garantice la capacidad del proceso del mismo al nivel de casi valores absolutos, simplificando su puesta a punto en producción.

En procesos en los que interviene la temperatura como factor importante, es imposible controlar a priori todas las variables. Sin embargo, de la mano de tecnologías innovadoras tales como la simulación en computadora, capaz de brindarnos un mapa de temperaturas «colada - molde» próximo a la realidad, la visualización virtual del llenado del molde, la identificación de zonas con defectos debidos a la solidificación, etc.; nos permite acercarnos a la comprensión de lo que será la colada real antes, incluso, de iniciar la fabricación del molde.

Siguiendo los lineamientos fijados por el INTI, MECÁNICA ha impulsado la investigación en este área transfiriendo tecnología a la industria nacional y capacitando a los profesionales del rubro.

Con el apoyo institucional de la Cámara de Industriales Fundidores de la República Argentina, el INTI-MECÁNICA organizó en diciembre de 2003 un curso sobre esta temática como una continuación de una línea de acción iniciada con el seminario dictado en el año 2001. Aquel primer seminario tuvo como ejemplo al programa «Magmasoft» propiedad de la empresa alemana Magma.

El curso estuvo orientado a capacitar e introducir el concepto de simulación computacional previa, como una herramienta más, dentro de la temática de la Tecnología de la Fundición, a la cual los fundidores puedan acceder a los efectos de optimizar los procesos de fundición. Esto implica mejorar tanto la calidad de las piezas como así también reducir los costos de producción. En esta última experiencia se utilizó el programa «Nova Flow & Solid» de la empresa sueca Novacast.

La complejidad de estos programas requiere que sus operadores tengan conocimientos en metalúrgica física, tecnología de la fundición, dinámica de fluidos, diseño asistido por computadora (CAD), simulación numérica y conocimientos computacionales.

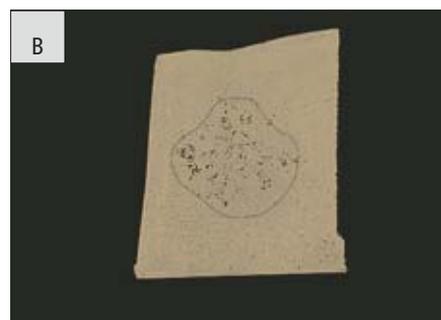
Estos requisitos, en muchos casos, son casi imposibles de concentrar en una sola persona. Por lo tanto se hace necesario una preparación específica de los futuros especialistas en el manejo de programas de simulación en tecnología de la fundición.

Con el presente curso se pretendió, mediante la simulación de un ejemplo sencillo, que los participantes se familiarizaran y capacitaran con la forma de trabajar de estos programas, pudieran percibir la dimensión de los mismos y la eficiencia con que se pueden simular soluciones a posibles defectos.

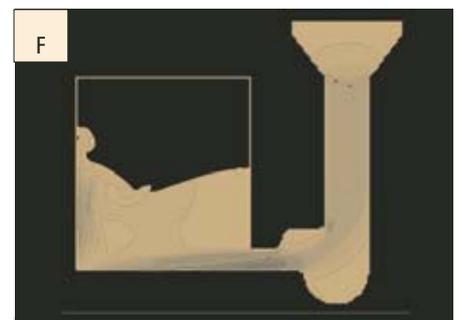
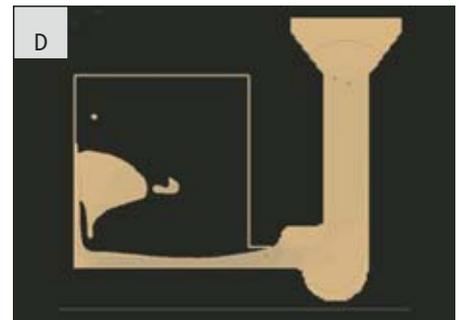
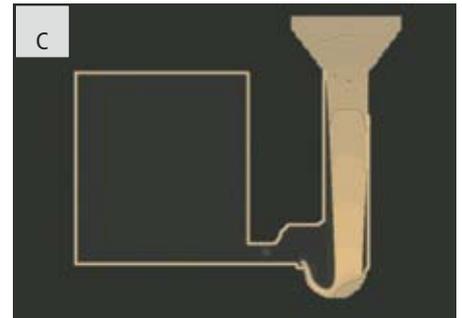
Asimismo, se pretendió mostrar cómo estos programas trabajan internamente



La figura A muestra las zonas probables de porosidad por contracción, productos de una colada virtual por gravedad.



La figura B muestra las zonas de porosidad por contracción, productos de una colada real por gravedad.



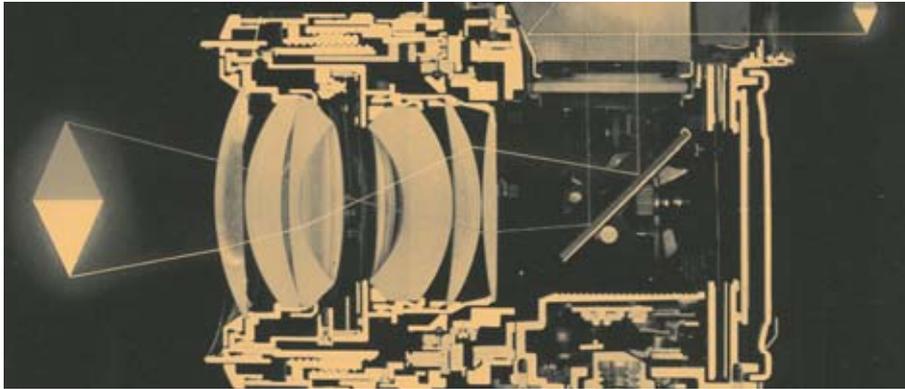
Las figuras C, D, E y F muestran una secuencia de llenado de un molde durante una colada virtual por gravedad.

a los efectos de visualizar sus limitaciones y sobre todo se apuntó al concepto de validación de resultados que conlleva esta técnica, por esta razón se realizó una «colada real» con el objeto de validar los resultados teóricos obtenidos con el programa.

Debido al gran interés generado en los participantes de este curso estamos preparando un nuevo curso especializado en Simulación Computacional en Fundición por Inyección, el cual se realizará a mediados de 2004.

Cámaras fotográficas y la fotografía

Héctor Zorzi, Unidad Técnica Telecomunicaciones,
INTI-Electrónica e Informática



PEQUEÑAS MARAVILLAS MECÁNICAS

Es evidente que el hombre es un animal que usa herramientas. Pero no es el único, ya que otros considerados por él inferiores o primitivos, también lo hacen, aunque quizás con menos elegancia.

Otra diferencia que existe es que, para bien o para mal, el hombre ama las herramientas y lo más asombroso es que llegue a fascinarle cómo funcionan esas máquinas, el funcionamiento de su mecanismo, independientemente de qué manera realicen su función.

Hasta hace poco tiempo, la mayor parte de las máquinas o herramientas no poseían componentes electrónicos, estas nuevas piezas funcionan en silencio absoluto y en ausencia de movimiento visible, limpiamente mecánicas!

LA CÁMARA FOTOGRÁFICA

Uno de los tipos más populares de cámara es la denominada REFLEX MONOCULAR, un aparato compuesto, según modelos, entre 650 y 1500 piezas, la mayor parte de ellas de carácter mecánico.

Es difícil imaginar una máquina más interesante que la «cámara fotográfica», un aparato, herramienta o máquina que incorpora, además de las habituales en otros artefactos, nada menos que partes funcionales transparentes, piezas que se interrelacionan en movimiento: engranajes, piñones, palancas, levas, excéntricas, pasadores, pistones, volantes de inercia, muelles, flejes, tambores, tirantes, limitadores, cortinas, láminas, etc.

Es como para hacer que un amante de la mecánica comience a soñar...

INNOVACIÓN O TRAICIÓN

Una tendencia preocupante se inició hace tiempo, y es la de sustituir piezas elegantes funcionales, realizadas en nobles metales, tales como el acero, bronce, latón o aluminio, por fríos y extremadamente inertes componentes electrónicos, depositados capa a capa sobre planos de silicio. Todo esto, supuestamente, para mejorar las prestaciones, en realidad es para abaratar costos de producción, a costa de algo mucho más grave, que no es sino encerrar en esos caparzones de silicio, arsénico, tántalo, galio y plástico, el conocimiento, la posibilidad de que con una simple apreciación visual, entender el cómo y el por qué del funcionamiento de ese conjunto de piezas. Antes el observador era capaz de seguir el juego de levas, la alineación de los engranajes, pero nunca hermético, hasta comprender la causa de su posible fallo, quizá la necesidad de limpieza, ajuste o lubricación. Ahora lo único que se abre a su mirada es un laberinto de planas cañerías que solo abrirá sus secretos a los poseedores de las claves electrónicas intencionalmente ocultas por sus creadores.

Para la mayoría de esas piezas no existe reparación posible, y lo peor de todo es que tampoco podremos, construirlos, mecanizarlas a partir de materia prima, con el sabio manejo del torno o la fresa, como podríamos hacer con la inmensa mayoría de los componentes de una cámara mecánica. Estoy hablando de esas modernas cámaras de control electrónico, frente a las clásicas cámaras de control mecánico.

Parece que tanto diseñadores como usuarios se olvidan que, por el momento, existen dos únicos mecanismos capaces

de controlar el flujo de esos convenientes «cuantos de luz» hacia la película o soporte sensible: el obturador y el diafragma. Y para realizar ese control no hacen falta tantos «modos» de exposición como ofrecen los enloquecedores aparatos electrónicos de moda. Pero lo peor, es habernos privado del sonido de la mecánica fina.

EL SONIDO Y EL PÁLPITO DE LO MECÁNICO

Cuando presionamos el disparador, en una cámara mecánica, desencadenamos una cascada de acontecimientos ordenados que se traducen en sonido, que es música para un animal amante de las herramientas.

El espejo sube a gran velocidad y es acogido por un ajustado pistón neumático o un paciente y sosegado volante de inercia, delicados pestillos liberan la fuerza de elegantes muelles que abrazan finos tambores, momento en el que resistentes, flexibles, ligeras y finamente guiadas cortinas, emprenden raudas e imposibles carreras una en pos de la otra, para ser frenadas y recogidas suavemente. Algo similar está ocurriendo dentro del Objetivo con el diafragma. Finalmente todo es reconducido ordenadamente a su posición original a través de una cascada de engranajes que transmiten a la yema de nuestro dedo la precisión de su ajuste y la suavidad que deriva de la sinterización de los metales, toda una sinfonía desarrollada de fracciones de segundo, hablo de tiempos de obturación (comienzo del disparo y vuelta a la posición original) que van desde algunos segundos hasta 1/2000 seg. o más.

Las modernas cámaras electrónicas y otros artefactos similares, nos privan, con sus partes de plástico, sus motores eléctricos y sus componentes electrónicos, del placer del sonido de lo puramente mecánico. Nos privan del gozo de intuir la maravilla del ciclo mecánico de su funcionamiento.

LA FOTOGRAFÍA Y YO

Mi historia con la fotografía tiene apenas unos años, pero es algo que realizo con mucho placer y siento mucho orgullo de poseer una buena cámara mecánica, mi modelo es una CANON AE1 Program, de la década del 80, cuyo peso sin flash es de 1,6 Kg.

www.geocities.com/pampa9

Corte láser

Influencia sobre las características mecánicas de probetas planas de tracción, obtenidas a partir de chapas finas de acero galvanizado

Daniel Martínez Krahmer, Alberto Paredes, Gustavo Maceira, Graciela Duret
(Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora)

El proceso de corte láser aplicado industrialmente a metales, comenzó a principios de los años 80. A partir de su introducción, se produjo un avance incesante de esta tecnología, hasta posicionarla hoy como una de las principales alternativas para el corte de la chapa.

Su utilización presenta estas ventajas:

- Es adaptable a una variada gama de materiales, incluyendo materiales metálicos y no metálicos.
- Alto grado de automatización incluyendo setup cero de máquina.
- Gran flexibilidad de la tecnología pudiendo ser empleada en pequeñas series o piezas complejas.
- Posibilidad de obtener piezas terminadas con un sólo proceso.
- La inexistencia de esfuerzos facilita no tener que fijar el material de partida, por lo que la carga y descarga de material es rápida.
- El material se corta independientemente de su dureza y no necesita ser conductor.
- Es posible obtener superficies de corte limpias y en escuadra, con una rugosidad media aritmética normalmente menor a 6 mm.
- Las piezas cortadas no presentan distorsión geométrica y las precisiones dimensionales del proceso se sitúan normalmente dentro de +/- 0.1mm.
- Alta velocidad de producción.
- El proceso no requiere la utilización de herramienta alguna.

Si bien existen una amplia variedad de fuentes láser, es la de dióxido de carbono (CO_2) desarrollada por Kumar Patel en 1964, la que más ha evolucionado hasta convertirse en la de mayor aplicación industrial.

Esta fuente es asistida por una corriente gaseosa constituyendo la tecnología que se conoce como Laser Beam Torch (LBT).

La asistencia gaseosa puede ser con oxígeno (O_2) para provocar una reacción exotérmica que acelere el proceso de corte o con un gas inerte como el nitrógeno (N_2), que produce superficies de corte brillantes sin oxidación.

Los gases de asistencia, en general, ayu-

dan a la remoción del material vaporizado y a la protección de los elementos ópticos de focalización-conducción del haz.

El corte por láser se produce por la absorción de la energía del haz, por el material a cortar.

El comportamiento frente a la absorción es función del material y de su estado superficial, de la longitud de onda del láser y de la temperatura (la absorción aumenta drásticamente al alcanzar la temperatura de fusión del material a ser cortado).

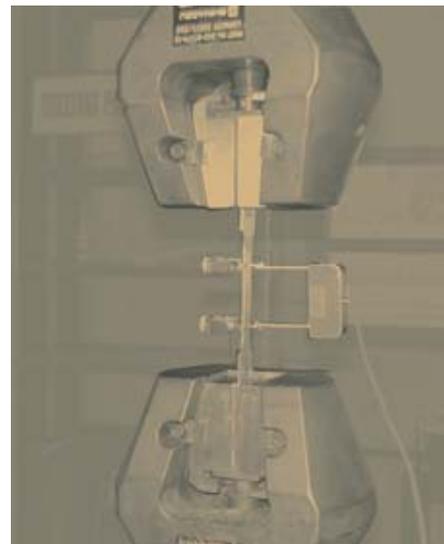
La conductividad térmica y la reflectancia del material juegan un papel muy importante.

Si el calor se difunde demasiado rápido (oro, plata, cobre), el corte se ve dificultado. Lo mismo sucede con materiales altamente reflectantes (Aluminio), que para su procesamiento requieren del empleo de elevadas potencias.

Este proceso, aplicable al corte de aceros de construcción, hasta espesores de unos 20 mm empleando potencias de hasta 2600 w, se presenta como una alternativa para la fabricación de probetas planas de tracción obtenidas a partir de chapas finas de acero (con espesores comprendidos entre 0,5 a 3 mm), de acuerdo con la norma IRAM-IAS U500-102 Parte III. Chapas y flejes finos de acero. Método de ensayo de tracción. Junio de 1987.

Con el objeto de evaluar la posible incidencia del proceso de corte láser sobre las características mecánicas de las probetas de tracción (Resistencia a la tracción R_m , límite de fluencia R_e y alargamiento porcentual de rotura A), dos laboratorios DE INTI-MECÁNICA (Maquinabilidad de la UT Máquinas y herramientas (*) y Ensayos Mecánicos de la UT Metalogía (**)) están realizando un trabajo de I+D destinado a analizar esta influencia.

Para realizar la investigación, contamos con la colaboración de SIDERAR - nos ha provisto las chapas de acero galvaniza-



Ensayo de tracción estática de una probeta de chapa fina de acero galvanizado, con montaje de strain gage para la determinación de la fluencia.

das (Espesores nominales 0.5; 0.88; 1.51; 2 y 2.66 mm) - y de OXPANE LASER- empresa proveedora de corte láser.

Siendo que son las probetas obtenidas por mecanizado, la única alternativa de fabricación aceptada por la norma IRAM-IAS U500-102, podría insinuarse como resultado del trabajo de investigación - que considera como probetas «patrón», a las mecanizadas por arranque de viruta (Se construyeron en el Centro de Mecanizado horizontal CNC Kearney & Trecker del INTI-MECÁNICA) - un nuevo proceso alternativo, para la manufactura de probetas planas de tracción.

El trabajo requiere de diversas actividades, a saber:

- Fabricación de las probetas planas de tracción por mecanizado CNC (Probetas «patrón»).
- Fabricación de las probetas planas de tracción por corte láser.
- Control dimensional de las probetas según IRAM-IAS U500-102.
- Evaluación geométrica de la superficie de corte generada por corte láser (Determinación de la rugosidad media aritmética R_a y de la rugosidad máxima R_t).
- Realización de los ensayos de tracción estática para determinar las característi-

cas mecánicas (Rm; Re y A).

- Evaluación metalográfica de la superficie de corte generada por corte láser (Determinación de la Zona Afectada Térmicamente (ZAT): profundidad, cambio de estructura y dureza).
- Análisis estadístico de los resultados.
- Informe final.

El estado actual de la investigación (Se están realizando los ensayos de tracción estática) nos permite ofrecer estas primeras conclusiones:

- La fabricación de las probetas planas de tracción por corte láser, en toda la gama de espesores señalados (Totalizan un conjunto de 40 probetas), cumplieron en un 100% con las exigentes tolerancias de las medidas de las probetas (Tolerancia de mecanizado y de forma), fijadas por la norma IRAM-IAS U500-102.
- La fabricación de las probetas planas de tracción por mecanizado debe realizarse en paquete y en una sola posición, para poder cumplir con las tolerancias de las medidas de las probetas.
- Para el corte de las probetas se utilizó como gas de asistencia el nitrógeno, resultando las superficies de corte brillan-

tes, con mínima rebaba, rugosidad media aritmética Ra promedio comprendidas entre 1.7 a 4.5 mm y rugosidad máxima Rt promedio comprendidas entre 15 y 32 mm.

- Los empalmes entre la zona calibrada y los radios de acuerdo de las probetas son suaves.
- El ancho de la ranura de corte varía entre 0.15 a 0.2 mm.

Como actividad complementaria, se utilizarán los resultados de los ensayos de tracción estática, para fijar la incertidumbre de la realización de dichos ensayos.

Agradecimientos: Gustavo Maidana (SIDERAR); Sr. Carlos (OXPANE LASER); Daniel Egidí y Pablo Torres (Metalogía); Eduardo Cidrón (Taller de Mecanizado); Rafael Verdú (MYH); Roberto Pereiro y Gastón Mayol (MEAD).

(*) Laboratorio con acreditación del Organismo Argentino de Acreditación (OAA) para la verificación dimensional de productos siderúrgicos.

(**) Laboratorio con acreditación del United Kingdom Accreditation Service (UKAS) y del Organismo Argentino de Acreditación (OAA) para el control de productos siderúrgicos.



Distintas probetas de tracción de chapa fina de acero galvanizado:
a. sometida a tracción
b. obtenida por corte láser
c. por mecanizado

Novedades

Un ingeniero italiano descifró el sistema de cálculo de los incas - (ROMA. DPA y EFE)

Un ingeniero aeronáutico italiano asegura haber desentrañado el sistema de cálculo de los incas, un enigma desde hace más de 500 años. Lo logró casi jugando, tras haber descifrado la yupana, el ábaco con el que sacaban cuentas.

Nicolino De Pasquale (54), profesor en la Universidad de Pescara, presentó su hallazgo en la muestra «Perú, 3.000 años de obras maestras», en el Palacio Strozzi de Florencia.

De Pasquale descubrió que los incas realizaban sus cálculos en base al número 40 y no en base decimal, como se creía hasta ahora, según una tesis que nunca llegó a probarse. Según el ingeniero, el error parte de los quipu, instrumentos realizados con hilos trenzados y nudos (en quechua, quipu quiere decir, precisamente, nudo), que los incas usaban para los registros contables y cronológicos; cada cuerda tenía 9 nudos, por lo cual se supone que usaban el sistema decimal.

La yupana -que en quechua significa contar o contador- era la «calculadora» de los incas. Consiste en un pequeño bloque de piedra de unos 20 x 30 centímetros, con oquedades dispuestas en cinco franjas horizontales y un número variable de columnas, donde se colocaban semillas o piedritas. Según De Pasquale, los cálculos se realizaban de derecha a izquierda.

En la primera oquedad de la fila inferior se colocaba una semilla que tenía valor 1; en la segunda, dos semillas de valor 2; en la tercera,

tres semillas de valor 3; en la siguiente, cinco de valor 5; y en la quinta, ocho de valor 8. Sumadas todas las semillas, su valor era igual a 39. Los incas no empleaban el cero.

«El sistema está basado en la llamada 'serie de Fibonacci', una escala que comienza por 1 y sigue por 2, 3, 5, 8, etc., y donde cada número se hace sumando los dos anteriores -explicó De Pasquale-. Esta sucesión se encuentra en la naturaleza: en los rombos de las piñas de los pinos, en los pétalos de las margaritas, en el mismo ADN».

«Los incas basaban el sistema de cálculo en 40 (40, 80, 120, etc.), pero siempre con el mismo criterio exponencial, cuando se trataba de calcular grandes cifras», señaló el ingeniero.

Agregó que con este método -que curiosamente sigue el modelo de la multiplicación de las células-, realizaron cálculos complejos, como predecir eclipses. Otra ventaja era la de permitir contar a los ancianos y los no videntes, al tocar las semillas con la mano. También dibujaban la yupana en la tierra.

De Pasquale ha expuesto su hallazgo en varias universidades, aunque un comunicado de la muestra de Florencia hizo notar que, por no venir de un experto en temas precolombinos, los especialistas no lo tuvieron en cuenta. El ingeniero probó el sistema sobre imágenes de otras 15 yupana que le envió Antonio Aimi, curador de la muestra.

Tratamiento criogénico de materiales

Doctor Ingeniero Raúl Mingo

A la luz de la información técnica y comercial en el ámbito internacional, el Tratamiento Criogénico de Materiales (tcm) produciría un elevado aumento de las propiedades al desgaste abrasivo en las herramientas de corte y mejoras en la estructura cristalina de una gran variedad de materiales tales como cauchos, plásticos y materiales no ferrosos como cobre y aluminio.

El INTI-MECÁNICA realizó dos experiencias criogénicas, mediante la utilización de un equipo criogénico que posee el cidca (Centro Criogénico de alimentos - unlp) que fue adaptado especialmente para tal fin. La empresa Canadiense (Integrated Cryogenic Systems inc) realizó una experiencia criogénica sobre muestras de herramientas provistas por el INTI-MECÁNICA.

A pesar que hay compañías ofreciendo los servicios del tratamiento desde hace más de diez años y que existen muchos trabajos en el ámbito científico sobre el tcm en diferentes partes del mundo, todavía no se ha llegado a un entendimiento satisfactorio de los mecanismos involucrados en el cambio estructural producido en los materiales por dicho proceso.

En esta oportunidad la empresa Cryotron inc realizó los ensayos sobre tres rodillos de laminación de 50 mm de diámetro y 5 brocas de 1.75 mm. Las muestras fueron remitidas a las empresas que las proveyeron para su ensayo en operación real.

ENSAYO

Las secuencias de los tratamientos son especificadas de la siguiente manera:

1º ETAPA

El proceso se inició con una rampa de enfriamiento de 60°C/hs. Desde la temperatura inicial 15°C hasta la temperatura del nitrógeno líquido -200°C. Duración: 3:30 hs.

2º ETAPA

Permanencia en el nitrógeno líquido (remojado). Duración: aprox. 24 hs.

3º ETAPA

Rampa de calentamiento. Se realizó mediante la evaporación natural del nitrógeno líquido de la etapa 2 y la propiedad de aislamiento del equipo. No se inyectó nitrógeno gaseoso para controlar el calentamiento. La amortiguación de la rampa de enfriamiento lo realizó el sis-

tema aislante propio del equipo. La temperatura de las muestras era de -130°C, 24 horas más tarde se retiraron las piezas del equipo a una temperatura aproximada de -30°C.

4º ETAPA

Revenido a 150°C durante dos horas. Se aconseja que la pieza esté con frío y no a temperatura ambiente. Las piezas estaban a -20°C. Duración: 2 hs.

LISTA DE MATERIALES QUE CRYOTRON GARANTIZA MEJORAS

En cuanto a los metales no ferrosos, la experiencia reportada por la empresa se centra en mejoras de propiedades en fatiga del aluminio y mejoras en la resistencia mecánica de los nylon.

Material	Mejora
H-13	RC-88 equivalente
HSS (aceros rápidos)	150% (propiedades al desgaste)
m2 Creador de engranajes	100-150% (propiedades al desgaste)
Carburo broca de centro (carbide centre drills)	150-200% (propiedades al desgaste)
HSS aceros de herramientas	400% (propiedades al desgaste)
Macho de roscar	100% (propiedades al desgaste)
Sierras circulares	150-200% (propiedades al desgaste)

CONTACTOS

Entrevistas con el Dr. Dongyang LI, Associate Professor del Department of Chemical and Materials Engineering de la Universidad de Alberta y con el Dr. Kashmir S. Gill del National Research Council Canada.

En ambas entrevistas se coincidió en la necesidad de profundizar en los estudios de los mecanismos termo-físicos y químicos que producen las mejoras en las propiedades de ciertos materiales. Esto se podría llevar a cabo dentro de un programa doctoral de intercambio entre ambos países.

Desde el punto de vista académico todavía no existen estudios profundos que per-

Raúl Mingo, científico investigador y Gordon McKay, co-propietario de Cryotron Canada. Nota publicada por el diario Edmonton Journal.



mitan hallar una conexión teórica entre la rampa de enfriamiento y la modificación de la estructura cristalina de los materiales. Por tal razón en la Universidad de Alberta están interesados en patrocinar líneas de investigación en el tema criogénico.

NOTA PERIODÍSTICA

La nota fue publicada por el diario EDMONTON JOURNAL de la ciudad de Edmonton Canadá, el miércoles 22 de octubre de 2003 en la sección «Negocios».

En la misma se resalta el hecho que el tratamiento criogénico desde el punto de vista comercial ofrece un nicho de mercado muy importante.

CONCLUSIONES

Después de la visita a la empresa Cryotron se confirmó que el proceso criogénico de materiales tiene resultados variados, dependiendo de la clase de materiales tratados. Existen empresas de renombre internacional que certifican resultados positivos de sus experiencias criogénicas, pero también existe información contradictoria en cuanto a la forma de las rampas de enfriamiento y los beneficios obtenidos en los mismos materiales por empresas que operan con este tratamiento. Esto último podría deberse a que el tratamiento aún no está estandarizado a nivel internacional.

Se puede concluir que el tratamiento criogénico se está usando, tiene un mercado cautivo y da origen a pequeñas y medianas empresas que se sustentan con este tipo de tratamiento.

Eventos

Durante los días 17, 18, 19, 20 y 21 de noviembre de 2003 se realizaron las Jornadas SAM / Congreso CONAMET Simposio MATERIA en el Centro Atómico Bariloche, Instituto Balseiro.

Este encuentro regional es el de mayor envergadura en el área de Materiales donde participan instituciones académicas, tecnológicas y empresas de Argentina, Chile y Brasil, entre otros países.

Los representantes del INTI-Mecánica expusieron cinco trabajos de investigación aplicada de las áreas de Tribología, Biomateriales, Tratamientos Termoquímicos y Herramientas de Corte.



Entretenimiento

Problema

Daniel tiene una pileta nueva, para llenarla en 5 horas utiliza la bomba A pero Jorge se la llena en 3 horas con su bomba B.

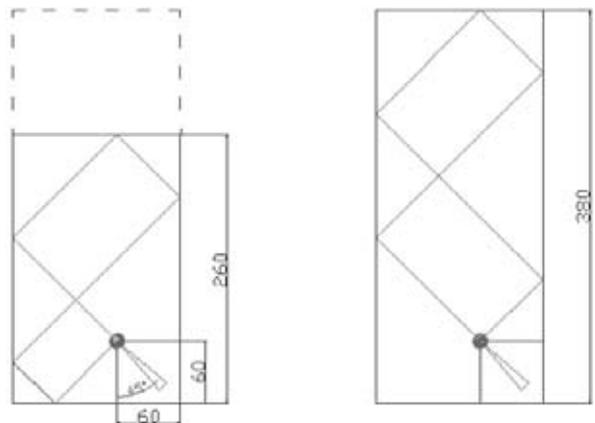
¿Cuánto tardarían si utilizaran ambas bombas simultáneamente?

La respuesta en el próximo número.

Respuestas al problema del número anterior

- A) 260 cm
- B) 380 cm

Felicitaciones a la Ingeniera Conterno por ser la primera en encontrar la solución.



Sociales

Graduaciones

Carlos D'Orio - Bibliotecario Profesional
Gabriela Conterno- Ingeniera Mecánica

Incorporaciones

Gabriel López - Área de Soldadura
Mauricio Baez - Taller de Mecanizado
Evangelina De Las Heras - Grupo Ingeniería de Superficies
Luciano Dutrey - Laboratorio de Microscopía Electrónica

Casamientos

Claudio Berterreix y su esposa Melina
Guillermo Schneebeli y su esposa Eugenia

Puede ver éste y otros números en www.inti.gov.ar, suscribirse gratis y recibir el Reporte Metalmecánico en su casa. Los lectores que ya reciben la publicación por favor enviar su e-mail para una mejor comunicación.

www.inti.gov.ar
0800 444 4004
consultas@inti.gov.ar