Foto: www.tallerframasa.com

Rugosímetros:
Herramientas Sencillas para Grandes Resultados

Luisa Fernanda Castro Patiño
Periodista Metal Actual

Del correcto uso de los rugosímetros dependen factores como la calidad de los productos y su desempeño industrial.

Medir la rugosidad en la superficie de un material es vital para ciertos procesos metalmecánicos, en la medida que permite, durante el proceso de producción, controlar factores como el grado de fricción, desgaste, resistencia a la fatiga y lubricación de las piezas, entre otros, para que brinden el máximo rendimiento, según la función que realizarán o la aplicación industrial para la cual están diseñadas.

Desde que el hombre empezó a fabricar y utilizar objetos y herramientas de metal, surgió la necesidad de encontrar algún tipo de sistema o mecanismo que le permitiera elaborar, a la vez, piezas funcionales con excelentes acabados y alta calidad.

Hoy por hoy, la moderna industria metalmecánica ambiciona mucho más: busca mejorar la calidad y maximizar la productividad; minimizando al tiempo, el desgaste de las herramientas y el desperdicio de materias primas e insumos. El objetivo primordial es aumentar la velocidad de los procesos con buenos acabados. Aún más, con el auge del Mecanizado de Alta velocidad (MAV); el desarrollo de sofisticados y mejores materiales y las altas exigencias propias del mercado, el control de la calidad superficial ha cobrado gran relevancia.

El mantenimiento predictivo de las piezas está determinado por diversos factores, en especial la medición de la rugosidad, la cual influye, extremadamente, en las propiedades mecánicas de las piezas. De allí que resulte importante controlar la rugosidad superficial para evitar la fatiga y el desgaste prematuro, además lograr la fricción adecuada, así como también, la correcta resistencia eléctrica y térmica de cualquier componente. La supervisión de la rugosidad constituye la clave para establecer la textura ideal del acabado superficial, el cual, básicamente, debe entregar los mejores resultados con respecto a los requerimientos técnicos de la pieza.

En este sentido, alta rugosidad no es, necesariamente, sinónimo de mala calidad, todo depende de la exigencia que debe cumplir cada componente. Por ejemplo, en matricería, las sufrideras, es decir, las placas de acero que soportan el impacto y la fuerza de la prensa, no necesitan acabados finamente depurados y por lo general, tienen superficies altamente rugosas; mientras, el sistema de guiado (las columnas y bujes), el cual dirige los movimientos del troquelado, si exige superficies con acabados muy pulidos, tipo espejo, con el fin de favorecer la lubricación y evitar el desgaste por rozamiento.

La importancia de la correcta cuantificación de la rugosidad radica en que cada vez es más creciente el uso de componentes micro-mecanizados, con acabados superficiales y tolerancias dimensionales de gran calidad, en industrias como la automotriz, aeronáutica y aeroespacial; matricería y moldes; medica, electrónica e informática.

Para controlar la calidad superficial se utilizan los rugosímetros, que aunque son herramientas sencillas, actualmente son capaces de tabular cientos de parámetros a la vez con gran precisión, entregar estadísticas y análisis completos, lo cual facilita las inspecciones en todas las etapas de los procesos productivos.

Para conocer con mayor profundidad estos equipos, **Metal Actual**, conversó con el ingeniero Ricardo Ríos Ramírez, gerente de ventas de Equipos y Controles Industriales (ECI), compañía con más de 45 años de experiencia en la distribución de soluciones para la automatización industrial y el control de calidad.

Sistemas de Medición de la Rugosidad

Los rugosímetros son instrumentos que, en el caso especial de la metalmecánica, se utilizan para medir y detectar el grado de aspereza presente en las superficies de un metal, información que es entregada o expresada en micras.

¿Qué es la Rugosidad?

La rugosidad está definida, desde un concepto teórico, como las variaciones micrométricas en la superficie de las piezas manufacturadas que le confieren cierto grado de aspereza; es decir los cambios que se producen en un material como consecuencia, entre otros factores, de los procesos de mecanización a los cuales ha estado sometido.

Cualquier material o superficie por perfecta que parezca presenta irregularidades o errores de forma que, en la mayoría de los casos, no pueden ser detectados por el ojo humano; por tal razón el reto del industrial consiste en establecer el grado o nivel de rugosidad que necesita determinada pieza, dependiendo de la aplicación o de la función que ésta va a desempeñar en un proceso.

Existen otros componentes en la textura y morfología de las superficies, tales como la ondulación, curvatura e inclinación, los cuales son factores ajenos a la rugosidad y por ende deben extraerse o analizarse antes de medirla o cuantificarla.

La medición de la pieza puede realizarse antes, durante y/o después del mecanizado, todo depende del proceso metalmecánico que la empresa esté adelantando; en el fresado, torneado y erosionado, por ejemplo, el operario deberá medir la rugosidad de la pieza terminada para controlar el acabado final.

Pero en un proceso de pulido, la medición de la rugosidad tendrá que realizarse antes, dado que, si una pieza tiene acabado espejo, el sólo contacto con la punta del rugosímetro puede afectarlo o dañar el terminado de la superficie.

Esta medición también es necesaria para realizar mantenimiento de tipo preventivo y/o predictivo en los procesos de manufactura; por ejemplo, para verificar periódicamente la rugosidad de los moldes de inyección, ya que, como consecuencia misma de la operación, el material de las matrices tiende a sufrir cambios en la superficie.

Foto: www.ndtint.com

El nivel de rugosidad de algunas piezas como los tornillos debe ser alto, en este caso el operario mide este parámetro en la cabeza, para verificar que pueda tener un mejor agarre con la llave que lo manipula.

El principio de operación de este instrumento es muy simple: una fina punta o estilete, por lo regular de diamante o carburo de tungsteno, realiza un barrido en línea recta sobre la superficie del metal, a través de la cual analiza las variaciones del material que luego son convertidas en señales eléctricas para ser registradas o graficadas. Vale anotar que la muestra que recoge el estilete, alcanza una distancia desde 0.08 mm a 25.0 mm (0.003 a 1 pulg).

El tiempo de medición de un rugosímetro toma pocos segundos, en realidad es el mismo tiempo que demora la punta o estilete en hacer el recorrido sobre la superficie de la pieza.

Para evaluar la rugosidad, este instrumento puede contar con múltiples parámetros de medición (hasta 200 parámetros), pues, en ocasiones, un único parámetro no es suficiente para describir adecuadamente el grado de aspereza de un pieza; los más utilizados en la industria son el R_a, que es el promedio aritmético de todas las distacias absolutas del perfil de rugosidad, desde la línea central dentro de la longitud de medición de la línea media; R_y que es la mayor de las alturas pico a valle a lo largo de la totalidad de la longitud de medición y R_z la diferencia entre el promedio de las alturas de los cinco picos más altos y la altura promedio de los cinco valles más profundos.

La elección del rugosímetro adecuado depende pues, del tipo y de cuántos parámetros de rugosidad deben medirse en cada uno de los procesos metalmecánicos; pues algunos procesos exigen características superficiales especiales que necesariamente deben supervisarse a través de la información estadística que entrega cada equipo.

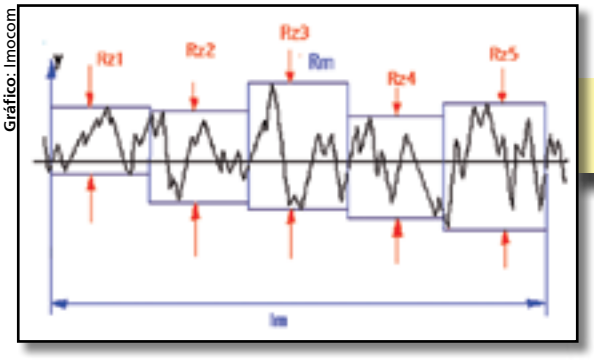
En la actualidad, la industria, se esfuerza constantemente en la fabricación de equipos o máquinas no sólo que funcionen con mayor rapidez y tengan una vida útil larga, sino que operen con una mejor precisión, hecho que obliga a que sus partes o componentes (rodamientos, ejes, sellos, cojinetes, rodillos, entre otros) soporten mayores cargas y velocidades por lo que deben ser exactos en sus dimensiones y geometría.

El control de la rugosidad es vital para llevar a cabo las anteriores condiciones, pues ésta le permite al operario conocer con mayor rapidez y precisión qué procesos se ajustan más a los requerimientos de determinada pieza: microfinishing-rectificado, esmerilado y super-acabado por ejemplo, con una notable reducción en los tiempos y por ende de los costos de producción.

De hecho el grado de rugosidad se determina al momento del diseño inicial de la pieza; en este sentido el diseñador tiene la responsabilidad de especificar el grado de suavidad o aspereza que debe tener una pieza con el fin de obtener su mayor rendimiento en el equipo o aplicación, en la cual va a ser utilizada posteriormente.

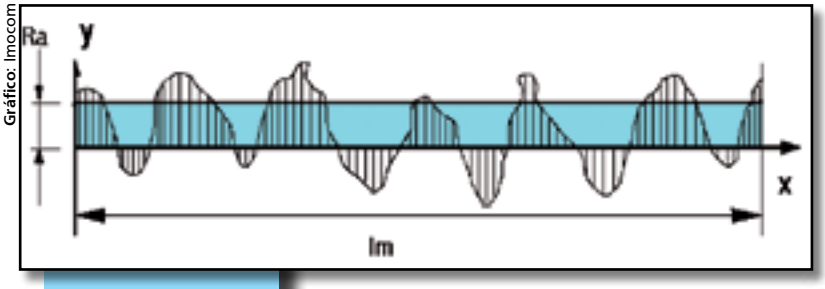
De igual manera, durante el proceso de fabricación, es importante tener en cuenta el sentido que la rugosidad tenga en determinada pieza, dado que si se trata de superficies que deben deslizarse una con otra, lo conveniente es que las rugosidades o huellas vayan en el mismo sentido o sean multidireccionales; por el contrario si la pieza queda en reposo una sobre otra, conviene que las huellas de mecanizado estén situadas en sentidos opuestos.

Gráfico: Imocom

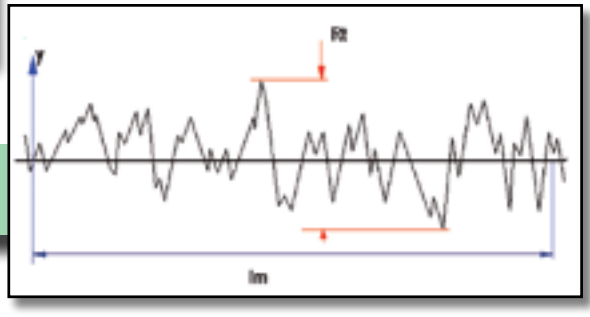


Medición con parámetro R_z

Gráfico: Imocom



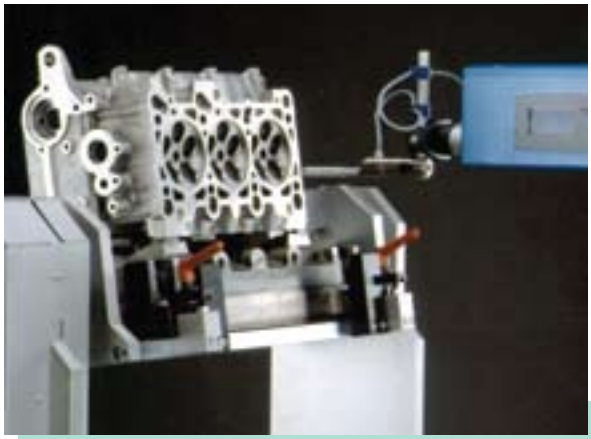
Medición con parámetro R_a



Medición con parámetro R_y

Gráfico: Imocom

Foto: news.thomasnet.com



En el sector automotriz es fundamental que el operario controle o verifique la rugosidad en los contornos de algunos componentes internos del motor, asegurando una mayor precisión de la pieza durante su funcionamiento.

Tipos de Rugosímetros

Los principales elementos que componen un rugosímetro son la cabeza palpadora, encargada de realizar el contacto y posterior recorrido sobre la superficie de una pieza para medir la rugosidad; el transductor, un dispositivo que obtiene la información física y la transforma en señales o impulsos eléctricos y un calculador, elemento que realiza el cálculo matemático sobre las longitudes, alturas y anchos del perfil - según el parámetro que se esté evaluando- para expresar el nivel de rugosidad en micras, lectura que se puede hacer en la pantalla o en un documento gráfico.

Algunos instrumentos también integran una caja de arrastre, mecanismo que permite al operario desplazar el instrumento con mayor facilidad sobre el material, y filtros eléctricos, elementos que discriminan o depuran la frecuencia de la señal eléctrica para eliminar las ondulaciones o disminuir la amplitud de sus componentes a partir de una longitud de onda de corte, de modo que el operario únicamente obtenga los datos de rugosidad de la superficie.

Existen dos clases de rugosímetros, de acuerdo a su tipo de palpación: los de contacto y los de no contacto; los primeros se caracterizan porque tienen una punta o palpador, cuya función es tomar los datos, previo barrido sobre la pieza, y los segundos son aquellos que analizan el material mediante una línea láser.

Vale anotar que algunos rugosímetros láser son de contacto, es decir integran el palpador, pero este tipo de tecnología aún no se encuentra en la industria colombiana, debido, principalmente, a sus altos costos.

EKAMANT
ABRASIVOS SUECOS DE CALIDAD
Un socio en el que se puede confiar
MADERA
AUTOMOTRIZ
METALURGICA
CUERO TEXTIL
COMPUESTOS
REPRESENTACION
PAOLINO BACCI
VenetaMacchine
Paolino Bacci Division
Tenemos soluciones y queremos compartirlas
• Abrasivos para aplicación en todos los sectores industriales
• Maquinaria
• Asesoría y Consultoría Industrial
• Mantenimiento Técnico Industrial
• Planes de Mantenimiento Preventivo
Ekamant Colombia Ltda.
(+571) 2853420 / 2447462
Transv. 19 Bis 45D-23 Bogotá Colombia
ekamant@mac.com
www.ekamant.com
www.bacci.com

CONTROL DE LA RUGOSIDAD					
	Clase de Rugosidad	Profundidad de Aspereza micras (µm)	Estado Superficial	Procedimiento	Aplicaciones
Sin sobre medida para mecanizado y sin arranque de viruta.	N 12 N 11	50 25	Basto sin eliminación de rebabas Basto, pero sin rebabas	Forja, fundición. Forja, fundición y oxicorte de calidad	Bastidores de máquinas agrícolas. Maquinaria agrícola en general.
	N 10 N 9	12.5 6.3	Desbastado, marcas apreciables al tacto y visibles	Lima Torno Fresadora	Agujeros Avellanados Superficies no funcionales.
Con sobre medida para mecanizado y arranque de viruta.	N 8 N 7	3.2 1.6	Marcas ligeramente perceptibles al tacto.	Lima, torno o fresadora con mayor precisión.	Ajustes duros Caras de piezas.
	N 6 N 7	0.8 0.4	Acabado muy fino, marcas no visibles ni perceptibles al tacto.	Preparación previa en torno o fresadora para acabar con rasqueteado, Escareado, etc.	Ajustes deslizantes Correderas Aparataje de medida y control.
	N 4 N 3 N 2 N 1	0.2 0.1 0.05 0.025	Acabado finísimo, especular. Marcas totalmente visibles.	Acabado final mediante lapeado (acabado con abrasivo), bruñido o rectificado de calidad.	Calibres y piezas especiales de precisión.

Fuente: Monografias.com

- *Rugosímetro con palpador:* como su nombre lo indica, estos equipos se componen de un palpador, que se desplaza automáticamente y realiza un recorrido sobre la superficie de la pieza a analizar y un amplificador que muestra o registra el estado superficial, es decir las irregularidades que encuentra durante el muestreo.

  Dentro de los rugosímetros con palpador se encuentra otra clasificación de acuerdo al diseño de la punta:

  - *Rugosímetro de palpador inductivo:* en este equipo el desplazamiento de la punta, al describir las irregularidades del perfil, modifica la longitud del entrehierro[1] del circuito magnético, y con ello el flujo del campo magnético que lo atraviesa, generando así una señal eléctrica.

  - *Rugosímetro de palpador capacitivo:* el desplazamiento vertical del palpador aproxima las dos láminas de un condensador, modificando su capacidad y con ella la señal eléctrica.

  - *Rugosímetro de palpador piezoeléctrico:* en este instrumento el desplazamiento de la aguja del palpador deforma elásticamente un material piezoeléctrico, el cual responde a dicha deformación y genera una señal eléctrica.

    Dicho de otro modo, cuándo el material entra en contacto con el palpador envía una señal eléctrica o voltaje que luego es convertido en un dato para indicar su grado de rugosidad.

  - *Rugosímetro de patín mecánico:* en este equipo el patín se encarga de describir las ondulaciones de la superficie, mientras el palpador o punta recorre los picos y valles del perfil, de esta manera la ondulación y rugosidad son evaluadas mecánicamente por separado.

- *Rugosímetros láser con palpador:* en estos equipos el sistema de amplificación en lugar de eléctrico, como los rugosímetros con palpador convencionales, es interferométrico (amplificación de luz por la emisión estimulante de la radiación)[2] por lo que el equipo es preciso y la frecuencia láser estable.

- *Rugosímetro con palpador láser:* la característica principal de estos equipos es que no tienen un palpador físico, sino que la aguja o punta de medida se sustituye por un láser, cuya longitud de onda es de 800 nm.

  El diodo láser emite un rayo infrarrojo que es colimado, es decir generado en el interior de una cámara entre dos espejos o lentes y posteriormente, dirigido a una lente convergente, cuyo foco está situado en el exterior.

Foto: www.digiwork.ca

Punta o estilete que entra en contacto con la superficie para medir la rugosidad. Por lo regular, están fabricados en diamante o carburo de tungsteno que le proporcionan mayor resistencia al desgaste.

Su Mantenimiento

El mantenimiento del rugosímetro, como la de cualquier otra herramienta o instrumento de medición, es vital para garantizar su durabilidad, por ello es importante que el operario atienda las siguientes recomendaciones para su correcto uso y funcionamiento:

- A la hora de medir una pieza limpie perfectamente su superficie y evite la manipulación de los instrumentos directamente con las manos; para esto es recomendable usar guantes o un paño, pues la humedad y/o calor producido por ellas, pueden afectar la medición.
- Evite que el rugosímetro sufra golpes o tratos bruscos, que dañen completamente, la punta o estilete que, aunque está fabricado de diamante o carburo de tungsteno, es muy delicado y constituye la principal causa de daño del instrumento.
- Manipule el instrumento con cuidado sin mojarlo ni exponerlo a condiciones ambientales adversas, también es importante no colocar objetos pesados sobre el instrumento ya que puede descalibrarse y afectar drásticamente su funcionamiento.
- Antes de guardar el rugosímetro limpie minuciosamente las superficies del husillo, la punta fija y todas las demás partes, removiendo polvo y manchas de aceite y guárdelo en su estuche hasta el próximo uso.

Foto: www.ndtint.com

Los expertos recomiendan no presionar demasiado el rugosímetro sobre la superficie, pues esto puede alterar la información y ocasionar daños en su punta.

Colombia no posee la tecnología requerida para la fabricación de instrumentos de medición, razón por la cual la gran mayoría de rugosímetros son importados de países como Japón, Estados Unidos, Alemania, Suiza y China, donde se encuentran empresas líderes fabricantes de estas herramientas.

El precio aproximado de un rugosímetro básico en el mercado nacional que mida tres o cuatro parámetros oscila entre los 6 y 7 millones de pesos; también hay equipos especiales que cuestan 200 millones de pesos, en razón no sólo de su alto grado de precisión, sino porque tienen capacidades de evaluar hasta 200 parámetros de rugosidad y, por lo general, se encuentran conectados a un sistema de cómputo, el cual registra y grafica los datos que resultan de la medición de las superficies.

Para terminar, es importante destacar que del uso adecuado de un instrumento tan útil y confiable como el rugosímetro, dependen factores como la calidad de los productos y por tanto la satisfacción de los clientes, es por esto que omitir la importancia de su uso en los procesos de producción puede acarrear grandes pérdidas si se tiene en cuenta que las piezas o componentes de una máquina pueden funcionar incorrectamente por fallas en la medición de su superficie.

Queda claro que una herramienta por pequeña y sencilla que sea, tiene incidencia directa en los resultados de producción, más aún cuando el objetivo es mejorar los procesos productivos y ser más competitivos en un mercado y una industria creciente.

Foto: www.ndtint.com

Rugosímetro tipo láser.

Citas

1) Es una tecnología que permite medir la distancia contando el número de franjas de interferencia sobre un rayo de luz láser durante el movimiento de un espejo reflector.

2) Espacio de aire existente en un circuito magnético.

Fuentes

- **Ricardo Ríos Ramírez.** Gerente de Ventas Área industrial. **rios@eci.com.co**
- **Ernesto Corredor.** Gerente línea control calidad. **ecorredor@imocom.com.co**
- www.monografías.com - http://books.google.com.co - http://vicentemq.blogspot.com - http://es.shvoong.com