Diseño conCiencia

Diseño de dispositivos para el desgaste acelerado de pares tribológicos.

A3manos
REVISTA DE LA UNIVERSIDAD CUBANA DE DISEÑO
ISSN: 2412-5105 RNPS 2370

Design of devices for accelerated war tribological pairs.

Cruz Delgado, Iván; Suárez Pino, Alejandro; Barrueta Gómez, Noelia

Iván Cruz Delgado
icruz71@nauta.cu
Universidad de Ciencias Militares "Antonio Maceo", Cuba
Alejandro Suárez Pino
alejosuarezp@nauta.cu
Universidad de Ciencias Militares General Antonio Maceo , Cuba
Noelia Barrueta Gómez
noeliab@isdi.co.cu
Instituto Superior de Diseño. Universidad de La Habana , Cuba

A3Manos
Universidad de La Habana, Cuba
ISSN-e: 2412-5105
Periodicidad: Semestral
vol. 6, núm. 11, 2019
sergio@isdi.co.cu

Recepción: 10 Abril 2019
Aprobación: 04 Mayo 2019
Publicación: 11 Junio 2019

URL: http://portal.amelica.org/ameli/journal/784/7843895002/

Instituto Superior de Diseño, 2013

Resumen: El desgaste es el daño que se produce en una superficie sólida, generalmente con pérdida progresiva de material, debido al movimiento relativo entre superficies o sustancias en contacto con ellas. Desde la concepción de los artículos en las distintas esferas de actuación del diseñador industrial, el fenómeno antes mencionado es un aspecto a tener en cuenta al seleccionar los materiales a emplear, así como la posibilidad de realizar ensayos de desgaste acelerados con los mismos para estimar su tiempo de vida útil. La investigación muestra el diseño de sendos dispositivos de desgaste acelerado, concebidos a partir de lo establecido en las normas ASTM G 99-95a. "Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus" y la ASTM G 77-98. "Standard Test Method for Ranking Resistance of Materials to Sliding Wear Using Block-on-Ring Wear Test".

Abstrac
Wear is the damage that occurs in a solid surface, generally with progressive loss of material, due to the relative movement between surfaces or substances in contact with them. From the conception of the articles in the different spheres of action of the industrial designer, the aforementioned phenomenon is an aspect to take into account when selecting the materials to be used, as well as the possibility of carrying out accelerated wear test with them to estimate their use full lifetime. The research shows the designs of both accelerated wear devices, conceived from what is established in the standards ASTM G 99-95a. "Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus" y la ASTM G 77-98. "Standard Test Method for Ranking Resistance of Materials to Sliding Wear Using Block-on-Ring Wear Test".

Palabras clave: Diseño de dispositivos de desgaste, pin on disk, block on ring.

Introducción

La salida de servicio de piezas en los agregados de la técnica automotor y en las máquinas herramientas es provocada por diversas causas, entre las más frecuentes se encuentra el desgaste superficial de los elementos que forman pares de fricción. Anualmente cientos de miles de componentes en la industria se desechan debido a esta problemática, lo cual repercute negativamente en las economías de los países a nivel mundial. Dabing L. (2009) expone que la energía perdida debido a la fricción en los países industrializados representa

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

PDF generado a partir de XML-JATS4R

un costo anual estimado entre el cinco y el siete por ciento de sus PIB y que aproximadamente un tercio de los recursos de la energía del mundo se utilizan en el presente para la fricción de una forma u otra.

Una de las vías que facilita el estudio de los materiales que forman pares de fricción a nivel experimental es el empleo de máquinas de ensayos conocidas como tribómetros. Estos equipos permiten simular el comportamiento de pares tribológicos expuestos a diversas condiciones de explotación de forma controlada. Atendiendo a los tipos de contactos entre las superficies que rozan y las condiciones ambientales se fabrican diferentes modelos.

Según Álvarez G.E. (2002), en la actualidad los países líderes en la manufactura de tribómetros son aquellos que han alcanzado un elevado desarrollo en el estudio de la Tribología (ASM Handbook,1997), entre los que se encuentran: Reino Unido, Alemania, Rusia, Francia, Holanda, Estados Unidos, Japón, China, entre otros. En el caso de los países menos desarrollados como Colombia, México, Brasil y Cuba han creado líneas de investigación en esta rama de las ciencias, lográndose la fabricación de prototipos a nivel experimental. En Cuba los primeros en esta materia fueron la Universidad Central de las Villas y la Universidad de Oriente, donde se crearon sendos laboratorios con diversos tipos de máquinas para ensayos tribológicos. También en el Centro de Investigaciones Metalúrgicas de La Habana existía un laboratorio, pero el mismo dejó de cumplir con su encargo social desde hace más de veinte años.

Esta situación pone en desventaja a instituciones docentes del occidente del país, como la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" y la Institución Docente de Nivel Superior General Antonio Maceo, en los cuales se desarrollan líneas de investigación relacionadas con la obtención de nuevos recubrimientos aplicables en la recuperación de piezas de diferentes máquinas automotrices expuestas a fenómenos tribológicos. Tal problemática genera el siguiente Problema de Investigación: No existe un equipo que permita evaluar el comportamiento de diferentes materiales y recubrimientos en condiciones tribológicas simuladas a nivel de laboratorio.

El objetivo principal está dirigido a: Diseñar dispositivos para el desgaste acelerado de pares tribológicos, a partir de las teorías expuestas en la literatura especializada y lo establecido en las normas ASTM G99-95ª y ASTM G77-98. Teniendo en cuenta los elementos anteriores se puede formular la estrategia a seguir para solucionar el problema planteado, Hipótesis de trabajo: Sobre la base de las principales teorías existentes acerca del diseño de equipos para ensayos tribológicos, si se aplican la modelación computacional y los procesos de fabricación de piezas por corte de metales, es posible obtener dispositivos para el desgaste acelerado de pares de fricción, capaces de evaluar las propiedades tribológicas de diversos materiales.

Materiales y métodos

El diseño de los dispositivos se basó en dos tipos de contactos para evaluar el desgaste, pin on disk y block on ring, amparados por las normas [4] y [5] respectivamente.

La estructura general de las máquinas tribológicas consta de un sistema para la fijación del cuerpo (probetas tipo pin y tipo zapata) y aplicación de la fuerza normal, otro para la aplicación del movimiento relativo entre el cuerpo y el contracuerpo (probetas tipo disco), y los más complejos presentan un sistema de sensores para la recogida de información del ensayo.

La concepción de las mismas se basa en el diseño de dispositivos acoplados a artículos con otra función, permitiéndoles a estos ser utilizados para el análisis del desgaste y coeficiente de fricción de elementos sometidos a diferentes condiciones de trabajo. Los dispositivos fueron diseñados con la ayuda del software Autodesk Inventor Profesional 2016 y a la vez se empleó en la comprobación del contrapeso mediante una simulación dinámica del balanceo y para la comprobación de tensiones del elemento deformable en el caso del dispositivo block-on-ring.

Resultados y discusión

PDF generado a partir de XML-JATS4R

Dispositivo de desgaste Pin on Disk

Con el fin de realizar un diseño simple del dispositivo, se consideró en su concepción no emplear elementos para medir la fuerza de fricción, debido a la complejidad de estos; partiéndose de elementos fabricados como un soporte rígido y una esmeriladora-pulidora.

A partir de las consideraciones anteriores, el dispositivo pin on disk quedó compuesto por los siguientes elementos: en el sistema de aplicación de la carga, por un aditamento que permite el contacto permanente entre las probetas tipo pin y disco a medida que ocurre el desgaste en las superficies de ambas, manteniendo la presión constante. El mismo está formado por un portaprobetas, que en su extremo inferior presenta un agujero para acoplar las probetas tipo pin, las cuales se fijan mediante un tornillo M6 que se enrosca en un agujero ubicado en la periferia del portaprobetas.

En el extremo superior tiene un escalón de mayor diámetro con un orificio, que permite el asentamiento de las pesas que se utilizan para ejercer la presión, de manera directa, entre las superficies de las probetas. El portaprobetas se acopla a un buje en forma de T que garantiza un ajuste deslizante entre ambos elementos y una perpendicularidad entre el eje de simetría del portaprobetas con la superficie de las probetas tipo disco. A su vez el buje en forma de T se fija mediante un perno a un agujero tallado en el extremo del brazo de un soporte rígido, que garantiza la ubicación espacial del portaprobetas tipo pin. Ver figuras 1 y 2.

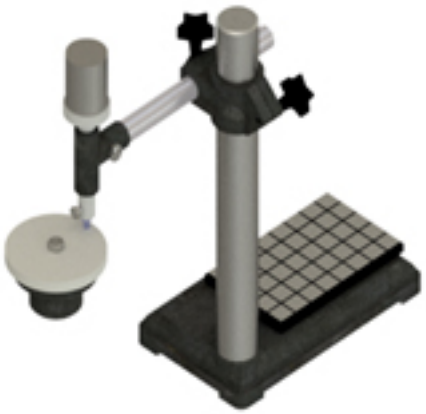

FIGURA 1.
Modelado del dispositivo de desgaste Pin on Disk.
Archivo de asignatura

GURA 2.
Dispositivo de desgaste Pin on Disk.
Archivo de asignatura

Para fijar las probetas tipo disco se elaboró un acoplamiento portaprobetas que garantiza su fijación y coaxialidad a través de un agujero con rosca M8 tallado en el centro del acoplamiento, en el cual se enrosca un tornillo con arandela. Por el otro extremo el acoplamiento tiene un escalón de menor diámetro con un orificio cónico y una ranura fresada perpendicularmente a su eje de simetría, que facilita insertarlo a uno de los árboles de salida de la esmeriladora-pulidora modelo: YMP-2A para recibir el momento torsor mediante un tope fijo, que se ubica en el extremo del árbol y se ajusta con la ranura para transmitir las revoluciones desde una transmisión por correas y poleas que se une con el árbol del motor de la máquina hasta la probeta tipo disco. Ver figuras 3 y 4.

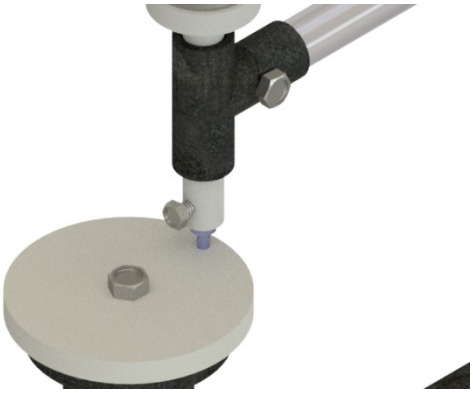

FIGURA 3.
Detalle modelado el dispositivo de desgaste Pin on Disk.
Archivo de asignatura

FIGURA 4.
Porta probetas tipo disco.
Archivo de asignatura

Posteriormente al modelado del dispositivo se pasó a su manufactura, según lo establecido en la documentación de proyecto y tecnológica de los elementos diseñados. Para su validación se efectuaron ensayos de desgate acelerados con pares tribológicos compuestos por pines de acero aleado 38XC y discos con recubrimientos de NiCrBSi, expuestos a una presión constante de 2 MPa durante tres intervalos de 30 minutos cada uno, ver figura 5. Los ensayos realizados permitieron comprobar el funcionamiento eficiente del aditamento diseñado, garantizándose la estabilidad del par tribológico al ser expuesto a 600 min-1, máximas revoluciones establecidas en la norma [1] para este tipo de ensayo.

FIGURA 5.
Materialización del dispositivo de desgaste pin on disk.
Archivo de asignatura

Dispositivo de desgaste Block-on-Ring.

En la concepción de este dispositivo se buscó complejizar más sus prestaciones agregándole un elemento deformable que permitiese medir la fuerza de fricción.

Como base para el diseñó del dispositivo se empleó un torno universal modelo CM-11. El aditamento se acopla a la bancada del torno mediante una brida compuesta por una unión tornillo tuerca que fija ambas partes y una ranura triangular en la parte inferior que se acopla a las guías de la bancada.

Sobre la brida se coloca una columna formada por dos planchas separadas entre sí por medio de un prisma con dos agujeros pasantes para poder unirlos por tornillo turca M10x1. La columna sostiene al brazo donde van acoplados el peso que ejerce la fuerza normal y el contrapeso que equilibra el sistema sin estar aplicada

la fuerza normal. Al brazo también se acopla un aditamento en el que se coloca el elemento deformable y la probeta en forma de bloque o zapata. Ver figura 6.

La fijación de la probeta tipo anillo se realiza por su agujero cónico interior mediante un mandril cónico. El mismo tiene una superficie roscada para ejercer la fuerza de apriete del anillo a través de una tuerca. Para el desacople el mandril consta de otra superficie roscada. La instalación del mandril en el torno se efectúa entre puntos fijos, transmitiéndose el torque por medio de una brida de arrastre que se acopla a la superficie plana. Ver figura 7.

FIGURA 6.
Vista general del dispositivo Block on Ring.
Archivo de asignatura

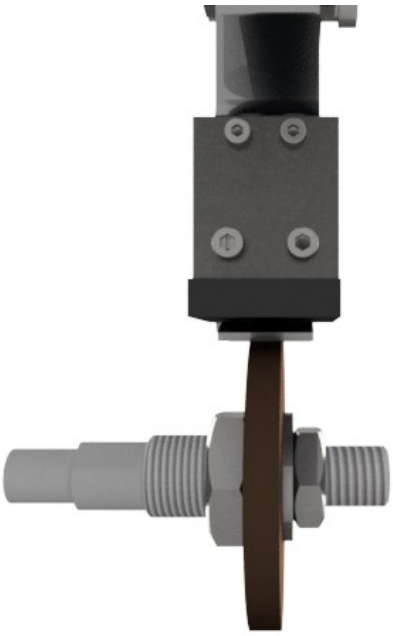

FIGURA 7.
Vista del mandril.
Archivo de asignatura

Una parte importante del diseño del dispositivo fue el elemento deformable. Este consta de una sección transversal de menor espesor, en la cual se colocan galgas extensométricas formando un puente de Wheanstone del tipo 2/4 para flexión con dos galgas pasivas.

La comprobación de las dimensiones del elemento deformable se realizó por medio de la simulación de tensiones con el software Autodesk Inventor, evaluándose la deformación admisible igual a 0,2 mm y las tensiones de fluencia del material del elemento deformable con un valor de 210 MPa. En el caso de las deformaciones el máximo valor fue de 0,104 mm (ver figura 8) y las tensiones de 31,63 MPa (ver figura 9); por lo tanto, ambas se encuentran dentro del rango permisible.

PDF generado a partir de XML-JATS4R

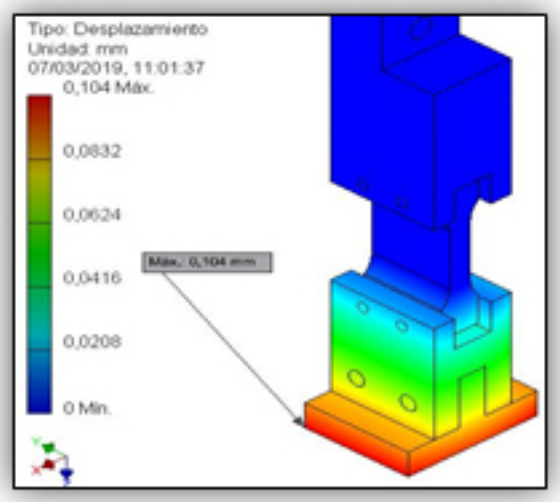

FIGURA 8.
Simulación de deformación.
archivo de asignatura

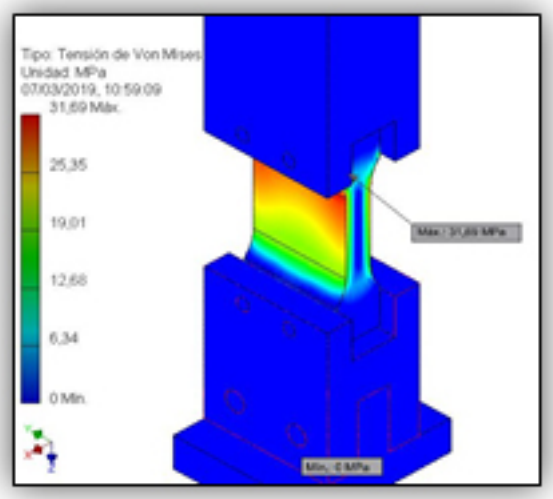

FIGURA 9.
Simulación de tensiones.
Archivo de asignatura

Conclusiones

La aplicación del software Autodesk Inventor Profesional 2016 permitió la modelación adecuada de los componentes de los dispositivos de desgaste acelerados, atendiendo a lo establecido en las normas ASTM G99-95a y ASTM G77-98.

El diseño del dispositivo pin on disk manufacturado cumple con las exigencias técnicas especificadas en la norma ASTM G99-95a, según los ensayos de desgaste realizados.

Referencias bibliográficas:

Dabing L. (2009) Selection of coatings for tribological applications. [Tesis Doctoral]. Lyon: Ecole Centrale de Lyon; [en línea] septiembre 2009 [Consulta: 15 febrero 2012] Disponible en: *bibli.ec-lyon.fr/exl-doc/dluo.pdf.*

Álvarez G.E. (2002) Tribología. Fricción, Desgaste y Lubricación. Universidad Central de las Villas (UCLV), monografía, 2002.

ASM Handbook (1997) Volume 18. Friction, Lubrication, and Wear Technology. Electronic files, USA;. ISBN 0-87170-380-7.

ASTM G99-95a. Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus. (Reaprobada en 2000).

ASTM G77-98. "Standard Test Method for Ranking Resistance of Materials to Sliding Wear Using Block-on-Ring Wear Test".

PDF generado a partir de XML-JATS4R