

Máquina de ensayo abrasivo PIN-ON-Disk por la norma ASTM G99

Pin on disc abrasive testing machine per ASTM G99 standard

Darwin Leonardo Quispe Ordoñez¹, Alex Javier Coque Toapanta², Yoandrys Morales Tamayo², Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo²

¹Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España

²Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná, La Maná – Ecuador

Correo correspondencia: dlquiord@etsid.upv.es, alex.coque5273@utc.edu.ec, yoandrys.morales@utc.edu.ec, danilo.trujillo7320@utc.edu.ec.

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
20/07/2020

Aceptado:
14/10/2020

Publicado:
16/11/2020

Revista:
DATEH

OPEN ACCESS



Resumen

Para el presente proyecto, se plantea diseñar e implementar una máquina que permitirá exponer los estudios que se ha realizados en los factores de un sistema mecánico Pin on Disk aplicando la norma ASTM G99, relacionándolo en el campo de la tribología. Esto para que sirva como punto de partida para evaluar la influencia del desgaste, coeficiente de fricción y el volumen de lubricación ocasionados por los movimientos y/o técnicos en esta área de la Mecánica. Para el cumplimiento del propósito, se tomó en cuenta las características de los diversos componentes que serán indispensables para la elaboración e implementación del diseño, por lo que se debe considerar algunos parámetros tales como: dimensionamiento del disco y espiga, procesos del sistema de diseño mecánico, selección de materiales, control de velocidad y sistema eléctrico. Según en la norma ASTM G99 – 95a, la cual esta adjunta al final de este escrito como anexo, menciona que para los ensayos de desgaste en máquinas de tipo Pin-on-Disk, se encuentran las condiciones en las cuales se han realizado los ensayos en laboratorios y resultados obtenidos. Al realizar la implementación de esta máquina de ensayo abrasivo tipo Pin-on-Disk, se logró obtener un diseño satisfactorio, optimizando recursos, tanto en el aprovechamiento de materiales y en lo referente a lo económicos. Así mismo, al observar el rendimiento del producto obtenido se pudo apreciar que se encuentra en concordancia con los objetivos planteados, al demostrar coeficientes de fricción, y demás funciones en la simulación de las actividades correspondientes al equipo.

Palabras clave: coeficiente de fricción, desgaste, norma ASTM G99a, Pin on Disk, tribología

Abstract

For the present project, it is proposed to design and implement a machine that will allow exposing the studies that have been carried out on the factors of a Pin on Disk mechanical system applying the ASTM G99 standard, relating it to the field of tribology. This is to serve as a starting point to evaluate the influence of wear, coefficient of friction and the volume of lubrication caused by movements on solid surfaces when in continuous contact, thus providing practical and/or technical knowledge in this area. of Mechanics. For the fulfillment of the purpose, the characteristics of the various components that will be essential for the elaboration and implementation of the design were taken into account, so some parameters must be considered such as: sizing of the disc and pin, processes of the mechanical design system, material selection, speed control and electrical system. According to the ASTM G99 – 95a standard, which is attached at the end of this writing as an annex, it mentions that for wear tests on Pin-On-Disk type machines, the conditions under which the tests have been carried out are found. in laboratories and results obtained. When carrying out the implementation of this Pin-On-Disk type abrasive testing machine, it was possible to obtain a satisfactory design, optimizing resources, both in the use of materials and in terms of economics. Likewise, when observing the performance of the product obtained, it was possible to appreciate that it is in accordance with the stated objectives, by demonstrating friction coefficients, and other functions in the simulation of the activities corresponding to the team.

Keywords: coefficient of friction, wear, ASTM G99a standard, Pin on Disk, tribology.

Forma sugerida de citar (APA): López-Rodríguez, C. E., Sotelo-Muñoz, J. K., Muñoz-Venegas, I. J. y López-Aguas, N. F. (2024). Análisis de la multidimensionalidad del brand equity para el sector bancario: un estudio en la generación Z. Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 14(27), 9-20. <https://doi.org/10.17163/ret.n27.2024.01>.

INTRODUCCIÓN

La abrasión es la forma más común que existe de desgaste ya que se encuentra en todos los sistemas, las causas son muchas y se debe al contacto que tienen los materiales con diferentes elementos. Surge por ello la necesidad de realizar ensayo y estudios sobre estos materiales para poder determinar la dureza de los mismos y así poder proveer de algún tipo de protección por ejemplo colocando un revestimiento duro sobre la superficie de estos elementos, es por ello que la utilización de máquinas de ensayo abrasivo son un requerimiento para esta necesidad.

La finalidad de este proyecto es presentar a la sociedad la elaboración de este equipo, con todos sus implementos, herramientas y normas que demande, demostrando lo esencial de este mecanismo, tomando en cuenta su aplicabilidad en el perno sobre un disco, que técnicamente es conocido como la máquina de ensayo abrasivo Pin-on-Disk, aplicando la norma ASTM G99a, ofreciendo un diseño de quipo flexible, con factor de desgaste y lubricación, para probar metales, verificar el tiempo de duración de su desgaste, como las modificaciones en la presión, pesas, velocidades, la variación de movimientos, entre otras variables además optimizando recursos en materiales como económicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente tema de investigación primará el enfoque cuantitativo, expone los estudios que se ha realizados en los factores de un sistema mecánico “Pin on Disk” aplicando la norma ASTM G99A, relacionándolo en el campo de la tribología, es decir evaluando la influencia en el desgaste, coeficiente de fricción y el volumen de lubricación ocasionados por los movimientos en las superficies solidas mientras haya contacto, aportando conocimientos prácticos y/o técnicos en esta área. Las modalidades de investigación que se ajustan al presente proyecto de estudio son: Investigación bibliográfica, porque es necesario recurrir a información documental, libros, revistas científicas, catálogos, tesis, escritos técnicos, páginas de internet para de esta manera tener referencias previas, que ayude a realizar este presente estudio. Se realizará el análisis de cada componente que formarán parte para el diseño y construcción del presente proyecto, luego ver el comportamiento que tienen todos los elementos ya implementados en el prototipo que servirá para hacer el estudio de desgaste de materiales.

Dimensiones del Porta Disco

Las dimensiones de los discos según la Norma ASTM G99 – 95a, tienen un diámetro de 30 a 100 mm y un espesor de 2 a 10 mm. Para la facilidad en la medición de la huella de desgaste para el diseño del disco se escoge un diámetro de 115 mm y 10 mm de espesor, según los discos comerciales de desbaste.

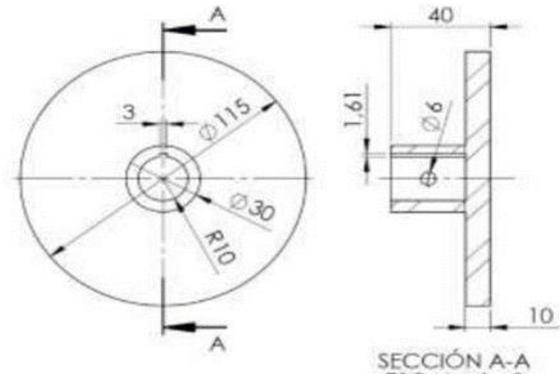


Figura 1. Porta disco

Propiedades físicas de la porta disco obtenidas mediante software.

| Propiedades de masa de Porta disco | | | |
|---|-----------------|-----------------|--|
| Configuración: Predeterminado | | | |
| Sistema de coordenadas: -- predeterminado -- | | | |
| Densidad = 0.01 gramos por milímetro cúbico | | | |
| Masa = 911.42 gramos | | | |
| Volumen = 115369.04 milímetros cúbicos | | | |
| Área de superficie = 29234.17 milímetros cuadrados | | | |
| Centro de masa: (milímetros) | | | |
| X = 6.99 | | | |
| Y = -0.01 | | | |
| Z = -0.02 | | | |
| Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milimet | | | |
| Medido desde el centro de masa. | | | |
| lx = (0.00, 1.00, 0.00) | Px = 732084.69 | | |
| ly = (0.00, 0.00, 1.00) | Py = 732132.43 | | |
| lz = (1.00, 0.00, 0.00) | Pz = 1371314.08 | | |
| Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) | | | |
| Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de r | | | |
| Lxx = 1371313.91 | Lxy = -211.25 | Lxz = -251.34 | |
| Lyx = -211.25 | Lyy = 732084.76 | Lyz = -0.18 | |
| Lzx = -251.34 | Lzy = -0.18 | Lzz = 732132.52 | |
| Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) | | | |
| Medido desde el sistema de coordenadas de salida. | | | |
| lxx = 1371314.27 | lxy = -293.30 | lxz = -348.96 | |
| lyx = -293.30 | lyy = 776663.03 | lyz = 0.00 | |
| lzx = -348.96 | lzy = 0.00 | lzz = 776710.73 | |

Figura 2: Propiedades del Porta Disco

Análisis Documental

El análisis que se realizó durante la realización del presente proyecto ya que se utilizó el manual que brinda la norma ASTM G-99A para poder determinar los elementos que forman parte del conjunto de elementos que ,permitirán integrarse en la realización de la máquina de ensayo abrasivo, además se la información recabada permitió realizar los cálculos respectivos para poder determinar el valor de los parámetros requeridos para el diseño e implementación del prototipo mencionado en el presente proyecto. DISEÑO DE LA MÁQUINA La máquina cumple con los parámetros de diseño estipulados según la norma ASTM G 99 –95a obteniendo

coeficientes de seguridad relativamente altos que garantizan la resistencia de los materiales utilizados en la construcción y el correcto funcionamiento de los mecanismos para realizar un adecuado ensayo de desgaste, la máquina es ergonómica y fiable, proporcionando la facilidad de manejo durante el ensayo de manera confiable y segura. El diseño de los diferentes materiales utilizados en la construcción de la máquina se mostrará en los planos, los cuales estarán en el presente proyecto como Anexo H.

ANÁLISIS DE DESGASTE DE DOS MATERIALES

Para validar el correcto funcionamiento de la máquina implementada, se procedió a realizar un ensayo de desgaste entre dos materiales (una espiga y un disco), estos datos obtenidos servirán como referencia para visualizar el trabajo de la máquina. Los materiales utilizados fueron: material AISI 1020, acero inoxidable AISI 304, y un disco de desbaste de diámetro 115mm, en donde se mantendrá constante los valores de la velocidad de rotación, las Fuerza ejercida y la distancia de la espiga al disco; obteniéndose los siguientes resultados:

- **Las características de la espiga:**
 - Material AISI 1020
 - Densidad del material 7860kg.m-3.
- **Las características del disco:**
 - Material AISI 304
 - Densidad del material 7980kg.m-3.
- **Parámetros para realizar el ensayo de desgaste son:**
 - v = Velocidad de deslizamiento
 - F = Carga
 - r = Distancia entre el centro del disco y la espiga

Condiciones para ensayo

| Tiempo(s) | Velocidad(rpm) | Distancia de la espiga al disco(mm) | Masa de la espiga(gramos) | Longitud de la espiga(cm) |
|-----------|----------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 60 | 300 | 30 | 28,34 | 77 |
| 60 | 300 | 30 | 28,34 | 77 |
| 60 | 300 | 30 | 28,34 | 77 |
| 60 | 300 | 30 | 28,05 | 76,8 |
| 60 | 300 | 30 | 28,05 | 76,8 |

Tabla 1. Valores obtenidos al realizar un ensayo 1 de desgaste abrasivo sobre una superficie "suave"

| Tiempo(s) | Velocidad(rpm) | Distancia de la espiga al disco(mm) | Masa de la espiga(gramos) | Longitud de la espiga(cm) |
|-----------|----------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 60 | 300 | 30 | 27,77 | 7,67 |
| 60 | 300 | 30 | 27,77 | 7,67 |
| 60 | 300 | 30 | 27,48 | 7,65 |
| 60 | 300 | 30 | 28,48 | 7,65 |
| 60 | 300 | 30 | 28,48 | 7,65 |

Tabla 2. Valores obtenidos al realizar un ensayo 2 de desgaste abrasivo sobre una superficie "dura"

Condiciones para ensayo

| Tiempo(s) | Velocidad(rpm) | Distancia de la espiga al disco(mm) | Masa de la espiga(gramos) | Longitud de la espiga(cm) |
|-----------|----------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 60 | 400 | 30 | 28,05 | 76,8 |
| 60 | 400 | 30 | 28,05 | 76,8 |
| 60 | 400 | 30 | 27,77 | 76,7 |
| 60 | 400 | 30 | 27,77 | 76,7 |
| 60 | 400 | 30 | 27,77 | 76,7 |

Tabla 3. Valores obtenidos al realizar un ensayo 3 de desgaste abrasivo sobre una superficie "suave"

| Tiempo(s) | Velocidad(rpm) | Distancia de la espiga al disco(mm) | Masa de la espiga(gramos) | Longitud de la espiga(cm) |
|-----------|----------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 60 | 400 | 30 | 27,20 | 7,63 |
| 60 | 400 | 30 | 27,20 | 7,63 |
| 60 | 400 | 30 | 26,92 | 7,61 |
| 60 | 400 | 30 | 26,92 | 7,61 |
| 60 | 400 | 30 | 26,92 | 7,61 |

Tabla 4. Valores obtenidos al realizar un ensayo de desgaste abrasivo sobre una superficie "dura"

Para el registro de resultados del ensayo se considera lo siguiente:

- Fuerza de fricción f_r
- Coeficiente de fricción μ , norma ASTM G-99^a
- Peso inicial de la espiga w_i en gramos
- Peso final de la espiga w_f en gramos
- Pérdida de peso $\Delta w = w_i - w_f$ en gramos
- Razón de desgaste $q = \Delta w / \rho$ en m³
- Densidad del material de la espiga ρ

| ENSA YO | Wi (gramos) | Wf (gramos) | Δw (gramos) | q(m3) | μ | Fr(N) |
|------------|----------------|----------------|------------------------|-----------------|-------|-------|
| 1 | 28,34 | 28,05 | 0,29 | 3,6895 7E-08 | | |
| 2 | 27,77 | 27,48 | 0,29 | | | |
| 3 | 28,05 | 27,77 | 0,28 | | | |
| 4 | 27,2 | 26,92 | 0,28 | | | |
| TOTAL | | | | | | |

Tabla 5. Valores obtenidos al realizar los ensayos

Con la realización de este ensayo se verificó que la máquina funciona acorde a lo establecido en la norma ASTM G-99A, la velocidad de rotación se mantuvo constante sin visualizar cambios bruscos cuando se procedió a realizar la prueba de desgaste de la espiga ya sea sobre una superficie suave o dura, con lo que se logró realizar con éxito este ensayo abrasivo obteniendo una razón de desgaste de $1,45038E-07$ m³

| v(rpm) | F(N) | r(mm) |
|--------|------|-------|
| 400 | 10 | 30 |
| 300 | 10 | 30 |

CONCLUSIONES

Al revisar los acervos bibliográficos se pudo encontrar las normas ASTM G-99 en especial la G-99A, la cual sirvió como manual durante todo el desarrollo del presente proyecto. Se analizó los componentes que la normas ASTM G-99A, recalca para la fabricación del presente dispositivo. También se pudo realizar los respectivos cálculos que permitirán realizar el desarrollo del diseño. Se implementó la máquina de perno sobre disco para ensayos de desgaste abrasivo para el laboratorio de materiales de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Por medio de la comparación de los resultados obtenidos se validó el funcionamiento del equipo mostrando que la desviación de los valores obtenidos se encuentra dentro del rango permitido por la norma ASTM G-99A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ariel, N. (2015). Influencia de la Rugosidad, Tipo de Lubricante y de Recubrimiento sobre el Desempeño Tribológico de la Región de Sello en Uniones Roscadas de Uso Petrolero. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, 1-202. Obtenido de <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2518/1/Tesis%20Doctoral%20Nicol%C3%A1s%20Zabala.pdf&pid=S1692-17982013000200007>

Sánchez, S. (2018).

- Chicaiza, R. (2016). ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN UN SISTEMA MECÁNICO PIN ON DISK BAJO NORMA ASTM G-99 Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE ADHESIVO DEL TEFLÓN SOBRE EL ACERO AISI 304. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 1-280. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/22938>
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus. United States: ASTM, 2010. (ASTM G99-05).
- Flores, C. (2016). ANÁLISIS DE LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS ACEITES 20W50 DE DIVERSAS MARCAS QUE SON COMERCIALIZADOS EN EL MERCADO ECUATORIANO. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 1-69. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13281/3/UPS-KT00142.pdf>
- Florez, O., Higuera, O., & Florez, L. (2007). Evaluación del desgaste adhesivo del acero AISI-SAE 1020. Scientia Et Technica, XIII (36), 187-191. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903635.pdf>
- Gutiérrez, W., Olaya, J., & Torres, M. (septiembre de 2015). Construcción de un equipo para desgaste abrasivo según norma ASTM G-65. Scientia Et Technica, 20(3), 217-224. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84943818003.pdf>
- Martynenko, V., Abate, G., Pazos, L., & Marinez, D. (2015). Diseño y construcción de una máquina pin-on disk para la determinación de coeficientes de fricción y un ejemplo 56 de aplicación. ResearchGate, 1-3. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/280085064>
- Peña, A. (2002). CARACTERIZACIÓN MECÁNICA Y TRIBOLÓGICA DEL AI 6061-T651Y DEL AI 6061T651 CON RECUBRIMIENTO DE FOSFATO DE CROMO. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, 1-220. Obtenido de https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/33/021/33021444.pdf
- Pérez, E., Muñoz, G., Souza, R., & Negrín, L. (enero-abril de 2014). Simulación de un sistema tribológico formado por sustrato recubrimiento rugoso usando métodos numéricos. Ingeniería Mecánica, 17, 48-56. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442014000100006

- Ramírez, D., Ramírez, M., Gonzákez , R., Romo, J., Sanchez , A., & Lemus , M. (ene- jun de 2017). Simulación computacional como herramienta para disminuir los costos asociados al diseño mecánico. Retos de la Dirección, 11(1), 82-93. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552017000100006
- Rudas, J., Gómez, L., & Toro, A. (Julio-diciembre de 2013). Modelamiento del proceso de desgaste de un tribómetro pin-disco: Flash temperature y mecanismos de disipación. Iteckne, 0(2), 1-10. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext TRIBÓMETRO "PIN ON DISK" DE BAJO. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA, 1-129. Obtenido de \[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115391/Teodoro%20Dise%C3%B1o%20y%20desarrollo%20de%20un%20trib%C3%B3metro%20pin-on-disk%20de%20bajo%20coste.pdf?sequence=1&isAllo wed=y\]\(https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115391/Teodoro%20Dise%C3%B1o%20y%20desarrollo%20de%20un%20trib%C3%B3metro%20pin-on-disk%20de%20bajo%20coste.pdf?sequence=1&isAllo%20wed=y\)](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&trib%20metro%20pin%20on%20disk%20de%20bajo%20coste.pdf?sequence=1&isAllo%20wed=y)