

Diseño y Manufactura de un aislante para un Rotating Disc Electrode

Design and Manufacture of an insulation for a Rotating Disc Electrode

DELGADO-HERNANDEZ, Alberto†*, GONZALEZ-VIZCARRA, Benjamín, AVILA-PUC, Miguel Ángel y SIQUEIROS-HERNANDEZ, Miriam

Universidad Autónoma de Baja California

ID 1^{er} Autor: *Alberto, Delgado-Hernandez* / ORC ID: 0000-0003-2132-9377, CVU CONACYT ID: 989649

ID 1^{er} Coautor: *Benjamín, González-Vizcarra* / ORC ID: 0000-0003-2143-8725, CVU CONACYT ID: 101772

ID 2^{do} Coautor: *Miguel Angel, Ávila-Puc* / ORC ID: 0000-0003-0324-7888, CVU CONACYT ID: 990219

ID 3^{er} Coautor: *Miriam, Siqueiros-Hernandez* / ORC ID: 0000-0001-5694-8923, CVU CONACYT ID: 404951

DOI: 10.35429/JME.2019.11.3.9.13

Recibido 25 Abril, 2019; Aceptado 25 Junio, 2019

Resumen

El desarrollo de nuevos materiales es impulsado por la búsqueda de mejorar y hacer más práctica la vida del hombre. Uno de los métodos implementados es la técnica electroquímica, en la cual tener la capacidad de sellar herméticamente las herramientas de trabajo para la prueba de nuevos materiales es muy importante. Para evaluar la efectividad del sellado es necesario la realización de ensayos que evalúen el flujo electroquímico, que permitan relacionar el mismo con el comportamiento del material a analizar. El objetivo de este proyecto es diseñar y manufacturar un dispositivo aislante (acoplador o porta electrodos) de teflón, que pueda ser colocado en el eje de ensayo de la máquina Rotating Disc Electrode, Princeton Applied Research; de los planteamientos anteriores se deduce la necesidad de desarrollar un prototipo que ayude a evaluar el potencial eléctrico de un material, utilizando dicho equipo y que este asegure diversos aspectos como funcionalidad y facilidad de uso.

Electroquímico, Aislante, Teflón

Abstract

The development of new materials is driven by the search to improve and make more practical the life of man. One of the methods implemented is the electrochemical technique, in which having the ability to hermetically seal the working tools for testing new materials is very important. To evaluate the effectiveness of the seal it is necessary to carry out tests that evaluate the electrochemical flow, which allow to relate it to the behavior of the material to be analyzed. The objective of this project is to design and manufacture an Teflon insulating device (coupler or electrode holder), which can be placed on the test axis of the Rotating Disc Electrode machine, Princeton Applied Research; From the previous approaches, it is deduced the need to develop a prototype that helps to evaluate the electrical potential of the material in said equipment to be analyzed and that this assures various aspects such as functionality and ease of use.

Electrochemical, Teflon, Insulator

Citación: DELGADO-HERNANDEZ, Alberto, GONZALEZ-VIZCARRA, Benjamín, AVILA-PUC, Miguel Ángel y SIQUEIROS-HERNANDEZ, Miriam. Diseño y Manufactura de un aislante para un Rotating Disc Electrode. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019. 3-11: 9-13

* Correspondencia al Autor (Correo electrónico: delgado.alberto@uabc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

La manufactura es importante en lo tecnológico, económico e histórico. La tecnología se define como la aplicación de la ciencia para proporcionar a la sociedad y a sus miembros aquellos objetos que necesitan o desean. [1].

El proceso de rediseño o reingeniería es la reconfiguración detallada del proceso aplicado inicialmente, esto con la finalidad de lograr mejoras en el rendimiento cíclico, disminución de costos, incremento de calidad, etc. En el área de ingeniería se tienen 3 categorías básicas de materiales:

1. **Metales:** Los metales que se emplean en la manufactura, por lo general son aleaciones, que están compuestos de dos o más elementos, lo al menos uno en forma metálica. Los metales se dividen en dos grupos básicos: ferrosos (se basan en el hierro) y no ferrosos (incluyen los demás elementos metálicos y sus aleaciones)
2. **Cerámicos:** Estos se definen como un compuesto que contiene elementos metálicos (o semimetálicos) y no metálicos. Los cerámicos incluyen una variedad de materiales tradicionales y modernos. Algunos productos cerámicos tradicionales son la arcilla, sílice, alúmina y carburo de silicón. Los cerámicos modernos incluyen alúmina, cuyas propiedades se mejoran en varios modos a través de métodos modernos de procesamiento. Los más nuevos incluyen carburos y nitruros.
3. **Polímeros:** Un polímero es un compuesto formado por unidades estructurales repetidas denominadas meros, cuyos átomos comparten electrones que forman moléculas muy grandes. Por lo general los polímeros consisten en carbono más uno o más elementos tales como hidrogeno, nitrógeno, oxígeno y cloro. Los polímeros se dividen en tres categorías:
 - a. **Polímeros termoplásticos o termo-variables:** Los polímeros termoplásticos pueden sujetarse a ciclos múltiples de calentamiento y enfriamiento sin que se altere en forma sustancial la estructura molecular del polímero.

- b. **Polímeros termoestables o termófilos:** Los polímeros termoestables sufren una transformación química (curado) hacia una estructura rígida después de haberse enfriado a partir de una condición plástica calentada; de ahí el nombre de “termoestables”.
- c. **Elastómeros:** Los elastómeros son polímeros que muestran un comportamiento muy elástico; de ahí el nombre de elastómero. Incluyen caucho natural, neopreno, silicón y poliuretano. [1]

El torneado es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de una sola punta remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación; la herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al eje de rotación, como se muestra en la Figura 1. El torneado se lleva a cabo normalmente en una máquina herramienta llamada torno, la cual suministra la potencia para tornear la pieza a una velocidad de rotación con avance de la herramienta y profundidad de corte especificados. [2]

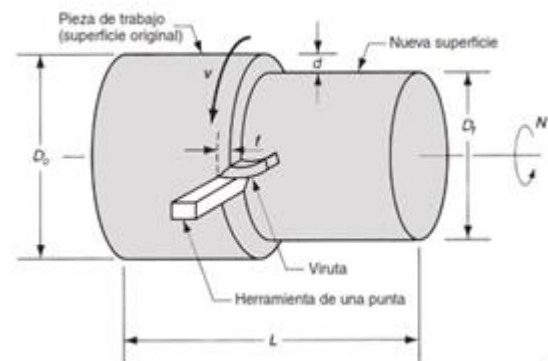


Figura 1 Operación de torneado

Condiciones de corte en el torneado

La velocidad de rotación en el torneado se relaciona con la velocidad de corte requerida en la superficie cilíndrica de la pieza de trabajo por la ecuación:

$$N = v/\pi D_0 \quad (1)$$

Donde:

N= velocidad de rotación, rev/min;
 v= velocidad de corte, m/min (ft/min); y
 D₀= diámetro original de la pieza, m(ft).

La operación de torneado reduce el diámetro del trabajo D_o al diámetro final D_f . El cambio de diámetro se determina por la profundidad de corte d :

$$D_f = D_o - 2d \quad (2)$$

El avance en el torneado se expresa generalmente en mm/rev (in/rev). Este avance se puede convertir a velocidad de avance lineal en mm/min (in/min) mediante la fórmula:

$$f_r = Nf \quad (3)$$

Donde:

f_r = velocidad de avance, mm/min (in/min) y
 f = Avance, mm/rev (in/rev).

El tiempo para maquinar una pieza de trabajo cilíndrica de un extremo a otro está dado por:

$$T_m = L/f_r \quad (4)$$

Donde:

T_m = tiempo de maquinado en min; y
 L = longitud de pieza cilíndrica en mm (in).

Un cálculo más directo del tiempo de maquinado lo proporciona la ecuación siguiente:

$$T_m = \frac{\pi D_o L}{f v} \quad (5)$$

Donde:

D_o = diámetro del trabajo, mm (in);
 L = longitud de la pieza cilíndrica en mm(in);
 f = avance, mm/rev (in/rev); y
 v = velocidad de corte, mm/min (in/min).

Como practica general, se añade una pequeña distancia a la longitud al principio y al final de la pieza de trabajo para dar margen a la aproximación y al sobre recorrido de la herramienta.

Metodología.

Diseño del aislante de Teflón.

El aislante de teflón fue diseñado como accesorio para la maquina Rotating Disc Electrode, de la marca Princeton Applied Research, cumpliendo con los requerimientos de la ASTM-G03; cuenta con una longitud de 25.40 mm, un diámetro de 12.70 mm y con una sección porta electrodo de un diámetro de 2.87 mm, con una profundidad de 12.70 mm.

Para ser colocado en la maquina tiene una rosca interna de 6 mm con una separación de hilos de 1.0. Tal y como se muestra en la Figura 2.

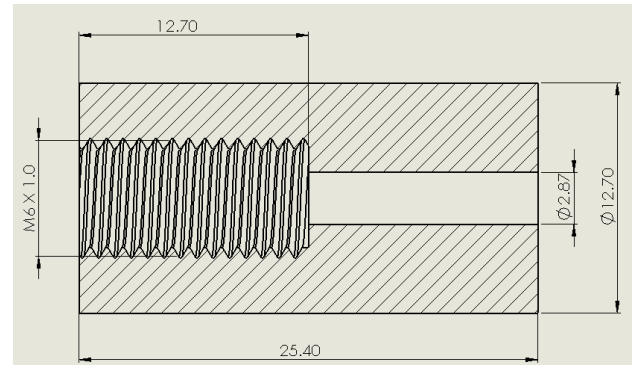


Figura 2 Diseño del aislante de teflón (diámetros, longitudes, profundidad y roscado)

Fabricación del Aislante de Teflón

Para fabricar el prototipo aislante (acoplador) de teflón mostrado en la Figura 2, es necesario seguir las instrucciones establecidas en la hoja del proceso de manufactura, donde están establecidas las operaciones a realizar, herramientas, parámetros de corte, y material por mencionar solo algunos. Para que el Aislante de Teflón brinde un sello hermético adecuado se desarrollaron los siguientes pasos.

- Careado a la sección de transversal de la barra de teflón, esto para asegurar que la superficie sea completamente ortogonal a la longitud de la barra, mostrado en la Figura 3.



Figura 3 Careado de sección transversal

- Cilindrado de barra de teflón a un diámetro de 12.70 mm y con una longitud de 25.40 mm (figura 4).



Figura 4 Cilindrado de barra de teflón

- c. Se barreno con una broca de 2.87 mm. Para realizar la cuerda, se realizó un barrenó con una profundidad de 12.70 mm, con una broca de 5.1054 mm (figura 5).



Figura 5 Barrenado de barra

- d. Y se finalizó con un machuelo a 12.70 mm de profundidad (figura 2.5). Utilizando un machuelo M6x1.0, se realiza la rosca interna del prototipo (haciendo avances con pequeños retrocesos del maneral, con la finalidad de no sobrellenar la garganta de la barra de teflón), tal y como se muestra en la Figura 6.



Figura 6 Roscado en barra de teflón

Resultados

En la figura 7 se aprecia el prototipo terminado cumpliendo con las dimensiones expresadas en el diseño. Finalmente, el aislante fue rectificado a las medidas correspondientes, en la Figura 8 se observa el prototipo del aislante de porta electrodo finalizado y en la Figura 9 se aprecia el montaje del prototipo en el eje de trabajo de la máquina Rotating Disc Electrode, de la marca Princeton Applied Research.

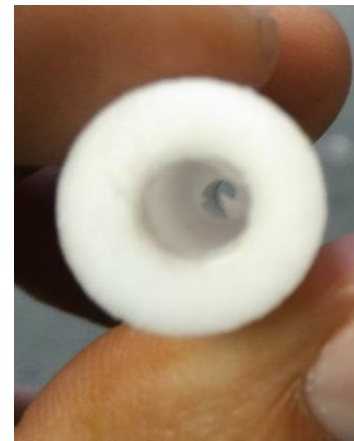


Figura 7 Roscado en barra de teflón



Figura 8 Prototipo Aislante de Teflón finalizado



Figura 9 Prototipo Aislante de Teflón instalado en el eje de trabajo de la máquina

Conclusión

El prototipo del aislante (acoplador) de teflón brinda un mayor tiempo de vida cíclica proporcionando un adecuado sellado hermético en cada una de las pruebas y en las repeticiones realizadas; esto brinda la posibilidad de realizar mayor número de ciclos con menor desgaste del aislante, siendo una considerable disminución en los costos para la realización de pruebas electroquímicas en el Rotating Disk Electrode, de la marca Princeton Applied Research.

Es importante destacar que los parámetros de maquinado deben seguir estrictamente ($N=150$ rev/min, $f_r = 0.381$ mm/rev). La zona más crítica de manufactura fue la del diámetro interno y roscado ya que estos son los responsables de garantizar el sello hermético entre el vástago y el electrodo de grafito debido a que las pruebas electroquímicas se realizan en un ambiente acuoso, por lo que la predicción dimensional es imprescindible en este tipo de accesorios.

Si bien es cierto que el diseño y manufactura del acoplador de electrodos no son muy complejos, el diámetro, la diversidad de materiales y el constante cambio de los electrodos utilizados en las pruebas con estos equipos, son determinantes si solo se cuenta un acoplador (portaelectrodos). Una falla frecuente, es el abocardado en la zona del "porta electrodos" ya que implica el cambio de los electrodos de mayor diámetro o comprar nuevos accesorios. Otro detalle de estos accesorios es la disponibilidad, ya que tardan hasta dos meses para la entrega de los remplazos. Con el diseño propuesto, se pueden manufacturar 3 acopladores por hora con el electrodo insertado pulido y listo, cuyos resultados fueron satisfactorios ya que presentaron hermeticidad en la interfase vástago – acoplador – electrodo de grafito, es decir no hubo fugas por lo que se obtuvieron lecturas correctas.

Agradecimientos

Quiero agradecer al CA de "Optimización de sistemas Mecánicos" por haberme apoyado en el desarrollo de dicho artículo mediante el apoyo por medio del proyecto financiado de la 20a. Convocatoria Interna de apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Baja California con clave 351/6/C/35/20.

Referencias

- [1] W. D. Callister. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. Barcelona España: Revert. (2007).
- [2] Kalpakjin, S y Schmid, R. Manufacturing Processes for Engineering Materials, 4a. ed., Prentice Hall/Pearson, Upper Saddle River, N.J. (2003).
- [2] D. R. Askeland. Ciencia de los materiales. Madrid España; Thompson. (1998).
- [3] Mikell P. Groover Fundamentos de manufactura moderna. México D. F. McGraw-Hill. (2007).
- [4] J. R. Zeleny Vázquez, C. González González. Metrología Dimensional. México D. F. McGraw Hill. (1999).
- [5] Budynas Jr, Richard G. Diseño en ingeniería mecánica, 9na edición, McGraw Hill, 2012, página 53.
- [6] Callister Jr, William D. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales 2, segundo volumen, Editorial Reverté, 2007, página 532
- [7] ASTM G03 Weathering and Durability, 2018
- [8] Steeds, W., A History of Machine Tools-1700-1910, Oxford University Press, Cambridge, Londres, 1969.