



Estudio del desgaste por movimiento reciprocante del par tribológico Bronce UNS C63000 y Acero AISI 4140

*Ana Laura Zárraga Zárraga, Ezequiel Alberto Gallardo Hernández**

RESUMEN

Los bronce al aluminio son aleaciones con base cobre con excelentes propiedades mecánicas y a la corrosión. Estas propiedades al ser superiores a las que se presentan en los aceros de bajo contenido de carbono o a las fundiciones de hierro, permiten que los bronce sean una de las aleaciones más versátiles en la industria, encontrándolas en diversas aplicaciones. El presente trabajo estudia el comportamiento del par tribológico Bronce UNS C63000 y Acero AISI 4140 ante el fenómeno de desgaste por movimiento reciprocante en condición seca. Con la intención de replicar el contacto real que existe en los mecanismos donde se utilizan estos materiales, se propone un contacto conformable en un ensayo con cargas de 15N, 20N y 25N para alcanzar presiones de contacto de al menos 206MPa, durante 30 min en una máquina tribológica construida bajo la norma ASTM G133-05. Con estos parámetros se analiza el comportamiento del coeficiente de fricción, así como la pérdida de masa del pin de bronce.

ABSTRACT

Aluminum bronzes are copper-based alloys with excellent mechanical properties and corrosion. These properties to be superior to those that occur in low carbon steels or iron foundries, allow bronzes are one of the most versatile alloys in the industry, finding them in various applications. The present work studies the behavior of the tribology pair Bronze UNS C63000 and Steel AISI 4140 before the phenomenon of wear by reciprocating movement in dry condition. With the intention of replicating the real contact that exists in the mechanisms where these materials are used, a conformable contact is proposed in a test with loads of 15N, 20N and 25N to reach contact pressures of at least 206MPa, for 30 min in a tribological machine built under the ASTM G133-05 standard. With these parameters, the behavior of the coefficient of friction is analyzed, as well as the mass loss of the bronze pin.

Palabras claves: Bronce UNS C63000, Acero AISI 4140, desgaste, movimiento reciprocante.

INTRODUCCIÓN

Los bronce al aluminio son aleaciones con base cobre con excelentes propiedades mecánicas y a la corrosión. Estas

propiedades al ser superiores a las que se presentan en los aceros de bajo contenido de carbono o a las fundiciones de hierro, permiten que los bronce sean una de las aleaciones más versátiles en la industria, encontrándolas en diversas aplicaciones [1]. Un ejemplo muy común son los bujes, elementos simples que permiten el correcto deslizamiento entre dos elementos que están unidos. Pueden encontrarse desde sistemas de aspas hasta actuadores de grandes torques en la industria de extracción. Debido al movimiento y cargas a los que están sometidos este tipo de elementos, es común que presenten desgaste. De tal forma que uno de los principales problemas que se generan debido a este desgaste es la holgura excesiva durante la operación de los equipos [2].

El Bronce UNS C63000 es un Bronce al Aluminio-Níquel, cuya dureza es superior a los bronce comerciales. Esta aleación se utiliza principalmente en aplicaciones marítimas donde las condiciones de operación involucran torques de hasta 180000 Nm, además de otros aspectos como la corrosión y mantenimientos precarios debido a la restricción para ingresar periódicamente a una plataforma, por ejemplo.

Para incrementar la vida útil de estos elementos es necesario generar soluciones que se encaminen a aumentar su dureza y para ello es importante comenzar conociendo el comportamiento de los pares tribológicos involucrados, es decir, el Bronce UNS C63000 y un acero de baja aleación, uno de los más comerciales es el AISI 4140.

El presente trabajo estudia el comportamiento de este par tribológico ante el fenómeno de desgaste por movimiento reciprocante en condición seca, donde el desgaste es más severo por la ausencia de lubricante. Con la intención de replicar el contacto real que existe en los mecanismos donde se utilizan estos materiales, se propone un contacto conformable en un ensayo con cargas de 15N, 20N y 25N para alcanzar presiones de contacto de al menos 206MPa durante 30 min en una máquina tribológica construida bajo la norma ASTM G133-05. Con estos parámetros se analiza el comportamiento del coeficiente de fricción, así como la pérdida de masa del pin de bronce.

MATERIALES.

El bronce utilizado se fabricó mediante una colada, generando una barra redonda para posteriormente obtener mediante mecanizado probetas con radios de 3 mm y otras de 30 mm de diámetro por 12 mm de altura únicamente para la obtención de un perfil de dureza.

* Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME, UZ, IPN, Grupo de Tribología, Col. Lindavista, Ciudad de México, C.P. 07738, México, laura.zarraga.zarraga@gmail.com.





Para el acero se mecanizaron cubos de 12 mm por lado y posteriormente se les realizó un plano cóncavo en las caras con una dimensión de 3.175 mm de radio.

Las geometrías de ambos elementos tiene el propósito de replicar un contacto conformable. Otros aspectos pueden para la experimentación pueden observarse en Tabla 1.



MATERIALES	
	
Bronce (UNS C63000)	Acero (AISI 4140)
Radio del pin	3 mm
Radio de la probeta	3.175 mm
Dureza del Bronce	172 HV
Dureza del Acero	331 HV
Rugosidad de la probeta	0.4 Ra μm

Tabla 1.- Características de los materiales.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Los ensayos fueron realizados en el Tribómetro: Máquina Reciprocante, construida por el equipo de Tribología del Instituto Politécnico Nacional bajo la Norma ASTM G133-05 y que se encuentra actualmente en su laboratorio. Los parámetros de la prueba fueron adaptados para replicar el caso de estudio. Pueden observarse en la Tabla 2. Se realizaron 5 ensayos para asegurar la repetitividad de los resultados.

PARÁMETROS	
Temperatura del Laboratorio	25°C-28°C
Duración de la prueba	30 min
Frecuencia	3.33 Hz
Longitud de la traza	5 mm
Carga	15 N, 20 N y 25 N
Condición	Seca

Tabla 2.- Parámetros de prueba.

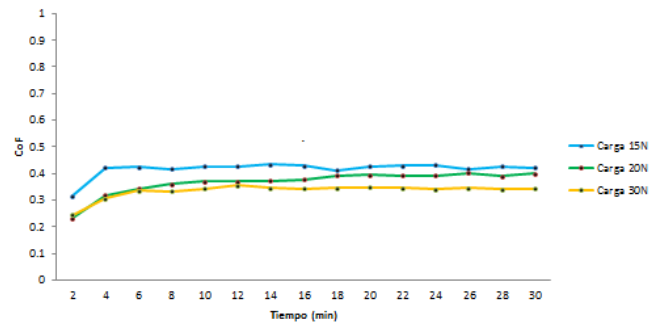
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El Coeficiente de Fricción en las pruebas con cargas de 15 N y 20 N corresponden a los valores aceptables para este par tribológico encontrándose entre 0.36 y 0.41 tal y como se puede apreciar en la Gráfica 1; sin embargo para el caso de la prueba con 25 N, la

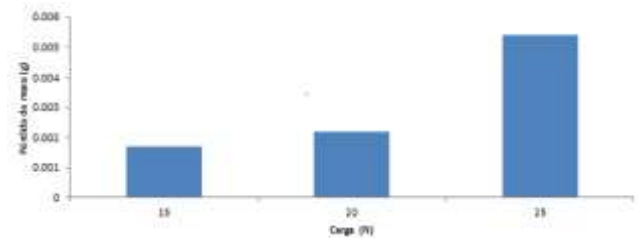
transferencia de material es mayor por lo que el CoF toma valores correspondientes a los que se obtienen en un deslizamiento bronce-bronce con 0.3 aproximadamente.

La pérdida de masa es mayor en la prueba con 25 N, tal como se aprecia en la Gráfica 2, triplicando el valor de la de 15 N, con 0.006 g y 0.002g respectivamente.

Las micrografías muestran que en el pin de bronce se generó deformación plástica y rayado y en la probeta de acero predomina la transferencia de material. La adhesión, la transferencia de material y la deformación plástica son mecanismos de desgaste que se pueden observar en una falla tribológica por fatiga de la superficie. (Ver Figura 1.)



Gráfica 1.- Coeficiente de Fricción vs Tiempo.



Gráfica 2.- Pérdida de masa vs Carga.

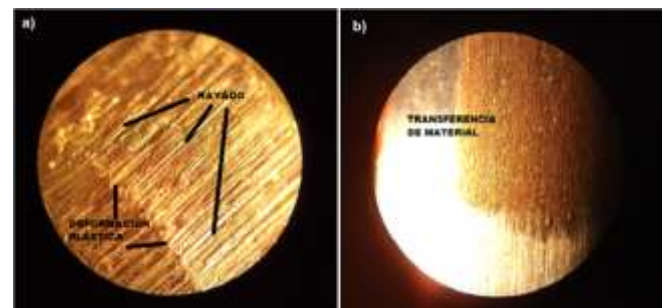


Figura 1.- Mecanismos de desgaste a) pin de bronce, b) probeta de acero.



CONCLUSIONES.

El estudio aporta datos experimentales adecuados a lo que expone la literatura donde se han analizado materiales similares.

Se encontraron mecanismos de desgaste presentes en elementos sometidos a una gran cantidad de ciclos de operación, de tal forma que se replicaron debidamente las condiciones del caso de estudio.

REFERENCIAS.

[1] Mustafa Yasar, Investigation of wear behaviors of C95200-C95300 Cu-Al-Fe alloys, Industrial Lubrication and Tribology 61/1 (2009) 40–46.

[2] MANUAL DE OPERACIÓN FLOWSERVE. (2011). Instrucciones para el usuario. Instalación, operación y mantenimiento, 01, 26.

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Ana Laura Zárraga Zárraga: Ingeniera Mecánico egresada de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UP Azcapotzalco, IPN. Estudiante Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, SEPI-ESIME-Zacatenco, IPN.

Ezequiel Alberto Gallardo Hernández: Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Tecnológico de Estudios Superiores, Ecatepec. Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, SEPI-ESIME-Zacatenco, IPN. Doctor of Philosophy, The University of Sheffield, Departamento de Ingeniería Mecánica, Grupo de Tribología.

