

Rodamientos, lubricación y tribología

Ball joints, lubrication and tribology

Justo F. Montiel Hernández^a, Edith Jiménez Muñoz^b, Yira Muñoz Sánchez^c, Carlos E. Borja Soto^d, Suly S. Pérez Castañeda^e, Mario O. Ordaz Oliver^f

Abstract:

This summary presents a general analysis on bearings, lubrication and tribology, being a contribution to the study on the reduction of failures due to lack of lubrication in vehicle ball joints, since currently one of the most common failures in these devices is wear due to poor lubrication, often because the ball joints are not in a place of easy access and a visual inspection cannot be performed or the lubrication applied is not correct. The summary consists of pointing out the main characteristics of tribology and the possible solution on an automatic lubrication system that allows the ball joint to be automatically lubricated, with this it is expected to increase the life time of the ball joint and reduce stoppages due to lack of lubrication.

Keywords:

Tribology, friction, wear, lubrication.

Resumen:

El presente resumen plantea un análisis general sobre los rodamientos, la lubricación y la tribología, siendo una contribución al estudio en la reducción de fallas por falta de lubricación en las rótulas de vehículos, ya que actualmente una de las fallas más comunes en dichos dispositivos es el desgaste por poca lubricación, muchas veces debido a que las rotulas no están en un lugar de fácil acceso y no se puede realizar una inspección visual o la lubricación aplicada no es la correcta. El resumen consiste en señalar las principales características de la tribología y la posible solución sobre un sistema de lubricación automática que permita que la rótula se lubrique automáticamente, con esto se espera aumentar el tiempo de vida útil de la rótula y reducir los paros por falta de lubricación.

Palabras Clave:

Tribología, fricción, desgaste, lubricación.

Introducción

Un rodamiento es el cojinete que minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas

a este. Un rodamiento está formado por cilindros concéntricos, que pueden estar separados por rodillos o bolas. La inyección de grasa en la rótula se hará de

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-6890-6069>, Email: justo_montiel@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Apan | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-7883-0600>, Email: edith_jimenez@uaeh.edu.mx

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-4876-2747>, Email: yira@uaeh.edu.mx

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0003-3385-8348>, Email: carlos_borja@uaeh.edu.mx

^e Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-3763-9233>, Email: sulysp@uaeh.edu.mx

^f Instituto Tecnológico de Pachuca | Ingeniería Eléctrica | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-9302-0988>, Email: mario.oo@pachuca.tecnm.mx

acuerdo a las horas de trabajo establecidas por cada fabricante de rótulas y baleros.

En la industria automotriz el uso de rodamientos es fundamental para el armado de los vehículos ya que con el paso de los años los rodamientos se han ido perfeccionando, esto con el fin de mejorar el desplazamiento de los autos y el funcionamiento de algunos otros componentes, todo esto con el objetivo de que la conducción sea más placentera.

Los rodamientos no solo se encuentran en los ejes de las cuatro ruedas sino también en la caja de cambios de velocidad, en los compresores del aire acondicionado, así como en las bombas de la dirección hidráulica y del agua, además de otros componentes. El proceso de lubricación se realiza con una grasería de forma manual, la cual inyecta el fluido a presión, este procedimiento se realiza en un lapso aproximado de 6 a 7 meses (SKF, 2018).

Actualmente las fallas por falta de lubricación se deben principalmente a la mala aplicación, ya que, por desconocimiento no se considera que al tener una rótula y un rodamiento con perfecta lubricación se pueden evitar desperfectos en las máquinas.

Las fallas más comunes en los rodamientos pueden ser ocasionadas por: i) excesiva lubricación, ii) lubricación escasa, iii) altas temperaturas y/o vibraciones. Los factores antes mencionados se presentan cotidianamente en los rodamientos utilizados en la maquinaria de uso industrial pesada y en los vehículos de transporte.

Actualmente se han desarrollado rodamientos con diferentes aleaciones para alargar su vida útil, sin embargo, una de las fallas que siguen persistiendo es la falta de lubricación. A lo largo del tiempo se han empleado diferentes tipos de lubricantes, con el fin de prolongar el tiempo del cambio o de lubricación; pero no se ha logrado desarrollar un sistema que permita realizar el proceso de forma automática y así evitar fallas por falta de este (SKF, 2001).

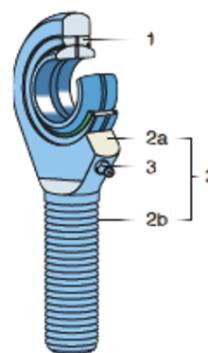
Lubricación automática

Las rótulas son dispositivos mecánicos que permiten el movimiento de la suspensión, por lo cual su diseño y fabricación es muy importante para la seguridad en el área automotriz. La rótula permite un movimiento en todas las direcciones del dispositivo mecánico (arriba, abajo y el giro de las ruedas) y es la unión entre el porta-mango y los brazos de control.

Las rótulas de carga se pueden dividir en dispositivos de compresión y de tensión, esto de acuerdo a la forma en que reciben el peso del vehículo. Un rodamiento o balero es el cojinete que minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él. Esta sección está formada por un par de cilindros concéntricos, separados por una corona de rodillos o bolas que giran de manera libre, tal como se puede observar en la Figura 1 (SKF, 2001).

La lubricación es la aplicación de una sustancia aceitosa o grasosa a fin de disminuir la fricción, de tal manera que evita el desgaste de las piezas. Mejorar el sistema de lubricación de los rodamientos es algo en lo que muchas empresas siguen trabajando, las rótulas son algunos de los mecanismos más empleados en la industria, su rendimiento puede llegar a ser bastante amplio y las fallas prematuras son poco frecuentes a pesar de que pueda ser empleado en condiciones severas de desgaste.

Las averías en las rótulas se pueden reconocer ante todo por un comportamiento irregular. Los diversos análisis sobre rótulas dañadas han encontrado diferentes características las cuales también parten de la aplicación de estudios reglamentados que evalúan los aspectos positivos y negativos de todas las actividades pertenecientes a la lubricación (García-Toll, A. E., 2019). En su mayoría, para encontrar la causa de la falla no basta con una simple inspección visual; también se debe tener en cuenta el entorno y la lubricación, así como las condiciones de servicio y el medio ambiente; por lo cual se puede emplear un modelo claro y preciso de lubricación que permita principalmente: i) reducción en la fricción, ii) evitar el desgaste entre las superficies, iii) disminución de las fallas, iv) abaratar los costos de mantenimiento y consumo de energía, v) mejorar personal y de equipamiento (Trujillo, R. 2014).



1. Rótula
2. Cabeza de Articulación
- 2a. Alojamiento de la rótula
- 2b. Vástago
3. Engrasador

Figura 1. Cabeza de articulación y rótula. Fuente (SKF, 2001).

Tribología

La tribología es la ciencia que explica la interacción entre la superficie de dos objetos que se están en constante movimiento, los principales factores que intervienen en la superficie de un objeto son, las capas de lubricante, la contaminación del medio ambiente y las condiciones de operación, dependiendo de estos factores la fricción puede ser mayor o menor por lo cual se genera un desgaste en los objetos, antes de la revolución industrial el método de lubricación para controlar este desgaste era utilizando grasa o aceite animal.

Actualmente en la industria existen diferentes tipos de lubricantes diseñados para reducir significativamente el daño por desgaste, principalmente en rodamientos (Su, E. P., 2017).

Lubricación para combatir la fricción

El efecto de la grasa como lubricante se conoce desde antes de la historia registrada, en un inicio los agricultores usaban grasa animal para lubricar los ejes de sus carretas, la primera grasa utilizada en la industria automotriz fue una mezcla de grasa animal con soda que al colocarla en los baleros se convirtió en grasa por el calor generado por la fricción, en ese momento surgieron los conceptos de lubricante y lubricación. La lubricación es el principio básico para reducir la fricción y el desgaste, es decir se debe tener una capa de lubricante presente en las superficies que están en movimiento todo el tiempo.

Durante la revolución industrial una de las principales fallas en los ferrocarriles se debía a la falla en los rodamientos que se utilizaban ya que estos rodamientos se calentaban mucho debido a la fricción excesiva y frecuentemente se incendiaban. En 1896 el ingeniero La Torre Beauchamp realizó un estudio sistemático y detallado de la fricción, La Torre se dio cuenta de que el aceite en el cojinete debía estar bajo una presión considerable, esta presión implicaba hubiera una capa de lubricante de suficiente espesor entre el rodamiento y la superficie apoyando con esto la teoría hidrodinámica de lubricación desarrollada por Reynolds. Figura 2 (Stachowiak, G. W., 2017).

A mediados del siglo XX dos investigadores rusos, Ertel y Grubin se dieron cuenta de que en una combinación de hidrodinámica, deformación elástica de las superficies metálicas y el aumento de viscosidad del aceite bajo presiones extremas contribuyeron al funcionamiento del mecanismo de lubricación al cual se le denominó lubricación elastohidrodinámica (EHL) la cual nos dice que

las superficies de contacto se deforman elásticamente bajo la presión hidrodinámica generada en una capa delgada de la película de lubricante.

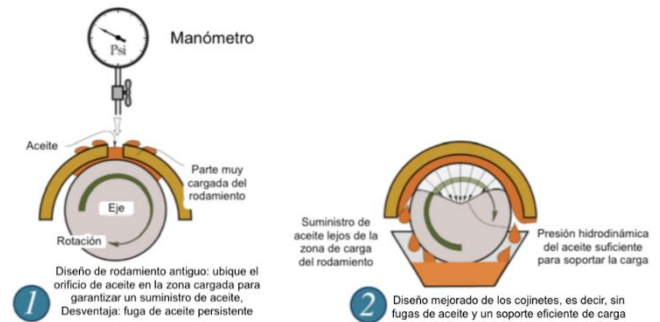


Figura 2. Descubrimiento de la lubricación hidrodinámica en el rodamiento del eje. Fuente (Stachowiak, G. W., 2017).

Actualmente con la aplicación de computadoras para resolver problemas de lubricación fue posible incorporar un análisis de las características comunes de los rodamientos, como la transferencia de calor del rodamiento a su alojamiento. Durante las últimas décadas se ha logrado un proceso significativo en los métodos de medición de la película EHL.

Una característica única de los contactos EHL es que pueden proporcionar tracción, que, a diferencia de la fricción, la tracción transmite la energía que hay entre los cuerpos en contacto y la fricción la disipa. La tracción EHL es aplicada en la industria metal mecánica y en la industria automotriz, este tema se investiga a fondo experimentalmente ya que existen aplicaciones donde no es efectiva la lubricación hidrodinámica ni la lubricación EHL, en este tipo de maquinaria se utiliza la lubricación límite y presión extrema (Stachowiak, G. W., 2017).

A continuación, se describen las propuestas existentes para dar solución al problema de desgaste de rótulas. Lubricación límite. La lubricación límite y presiones extremas es una combinación de los fenómenos que dependen de las propiedades del lubricante, el contacto con las características del cuerpo y las condiciones operativas. Los mecanismos de lubricación involucrados se clasifican en términos de carga relativa y temperatura de fricción limitante.

El mecanismo de lubricación está controlado principalmente por los aditivos presentes en el aceite y ya que el costo de los aditivos es considerablemente bajo en comparación con el valor del equipo mecánico los beneficios de este tipo de lubricación son grandes. En

general la lubricación límite y presiones extremas es la formación de capas protectoras de baja fricción en las superficies de desgaste, con este tipo de lubricación se realizó el estudio de la reacción química que hay entre el lubricante y las superficies en condiciones de lubricación límite, y se desarrolló una nueva área en la tribología llamada Triboquímica (Jacobson, B., 2000).

Lubricación de rotulas. La lubricación para el uso de rotulas es (Lubricación Elastohidrodinámica) menciona que en elementos rodantes como los baleros o rotulas, la desproporción elástica del rodamiento (aplanamiento) mientras rueda, bajo una presión en una superficie, este aplanamiento mejora las propiedades de la lubricación hidrodinámicas en contacto que tienen una superficie una de la otra.

La tecnología de las grasas es un mezclado sólido o semisólido, que se obtiene por un material espesante que generalmente es jabón metálico (arcillas para alta temperatura) en un aceite sintético o mineral. Estos tipos de espesantes pueden ser de litio o complejo de litio, este tipo de aditivos que se mezclan con las grasas pueden ser solubles como los antioxidantes y anti desgaste. Tanto la grasa como el aceite al ejercer una presión y someterla a una temperatura, disminuye su viscosidad, puesto que la grasa se hace más delgada permitiendo que el rodamiento sea suave, y evite la fricción entre ambas piezas. Esto nos permite mejorar la vida útil de la rótula, con la lubricación adecuada disminuye el desgaste y se alarga su tiempo de vida (Moscoso, J. P., 2004).

Conclusiones

En general se puede concluir que la lubricación automática en las rotulas reducirá la fricción y el desgaste que existe entre la rótula y el balero, incrementando su vida útil. Siendo una alternativa viable en la lubricación automática de las rótulas el empleo de sensores que envíen señales a un inyector de grasa en un tiempo dado de tal manera que reduzca el desgaste. Siendo un área de oportunidad ya que este sistema de lubricación automático actualmente no existe para su utilización en las rotulas convencionales.

Referencias

- García-Toll, A. E., Muñoz-Cabrera, M. A., Díaz-Concepción, A., Gámez-Hernández, B., Penabad-Sanz, L., & Tamayo-Mendoza, J. E. (2019). Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes. *Ingeniería Mecánica*, 22(3), 121-126.
- Jacobson, B. (2000). Rolling Contact Phenomena. (K. J.J, Ed.) Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de https://link.springer.com:https://doi.org/10.1007/978-3-7091-2782-7_7

Moscoso, J. P. (2004). Interpretación de análisis de aceite para la implementación de programas de mantenimiento en vehículos. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química y Textil. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

SKF. (2001). Rótulas y cabezas de articulación SKF. (SKF, Ed.) Made by SKF, 1.

SKF. (Julio de 2018). Lubricadores automáticos SKF. (G. S. 2017, Ed.) Lubricadores automáticos SKF, 15.

Stachowiak, G. W. (07 de June de 2017). How tribology has been helping us to advance and to survive. (S. o. Engineering, Ed.) Recuperado el 20 de Octubre de 2018, de Springerlink.com: <https://doi.org/10.1007/s40544-017-0173-7>.

Su, E. P. (2017). Global Tribology Summit Editorial. *HSS Journal*, 13(1), 1-1. Doi.org/10.1007/s11420-016-9534-4.

Trujillo, R. (2014). La lubricación cimiento de la confiabilidad. *Mantenimiento en Latinoamérica*, 4(3), 24-27.