

EL DESGASTE DE MATERIALES, ENFRENTARLO O DEJARLO DE LADO Y ASUMIR LOS RIESGOS

RESUMEN

Este artículo pretende crear conciencia en el sector industrial acerca de la importancia que tiene el conocimiento del fenómeno del desgaste de materiales, como una de las principales fuentes, no solo de la pérdida de eficiencia de los equipos, sino de grandes pérdidas económicas.

En este trabajo se plantean una serie de tópicos, unos ya estudiados rigurosamente y otros en los que falta profundizar y que son claves a la hora de entender conceptos importantes en el tema del desgaste. También se hace un recuento de los principales costos que genera este fenómeno (costos sociales y empresariales), teniendo como base estudios desarrollados en países del primer mundo y otros países como China y Brasil. En este último país, se tomó como ejemplo particular, las pérdidas generadas por concepto de reparación de equipos destinados a la generación de energía hidráulica, que sufrieron desgaste por cavitación. En la parte final, se realiza un abordaje en lo que respecta al uso de metodologías de como enfrentar problemas de desgaste y lo que deberíamos hacer en Colombia con respecto al estudio de este problema.

PALABRAS CLAVES: Desgaste de materiales, Método Heurístico, Pérdidas económicas, Costos sociales y empresariales, Desgaste por cavitación.

ABSTRACT

This paper pretend to make conscience on industrial sector about of the importance of the knowledge of materials wear phenomenon like a source important, not only of the efficiency loss on equipments but great economics loss.

In this paper are considered some topics, ones rigorously already studied and others ones that are keys in order to understand important concepts in wear topic. A review of principal costs generated by this phenomenon is done (social and enterprise costs), taking as a base studies made in developed countries and China and Brazil. In this last country, was taken as particular example, the generated losses by repairing of machinery used in hydraulic energy generation, attacked by cavitation wear. As a final part, the use of methodologies and what to do in Colombia to study the wear problem is treated.

KEYWORDS: *Wear of Materials, Heuristic Procedure, Economics loss, business and socials cost, Cavitation wear.*

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista académico el estudio del desgaste y la fricción, constituyen uno de los últimos aspectos de la mecánica clásica que aún presenta interrogantes abiertos importantes. Bajo la óptica de la ingeniería, su importancia está en aumento, en función de las cargas impuestas a los componentes mecánicos, la disminución constante de las tolerancias permitidas en los procesos de fabricación, así como las crecientes restricciones en cuanto a la emisión de contaminantes (en un motor de

vehículo por ejemplo), también colocan desafíos a la relativa nueva ciencia de la tribología¹.

Los daños ocasionados por el desgaste de piezas en un equipo industrial, llevan continuamente a recambio de partes en la maquinaria, provocando tiempos de parada de la producción generalmente grandes. Es por esto, que emprender estudios serios relacionados con el tema del

Fecha de Recibo: 16 Abril de 2003

Fecha de Aceptación: 22 Septiembre de 2003

M.SC. DAIRO HERNÁN MESA GRAJALES

Profesor Transitorio T.C
Escuela de Tecnología Mecánica.
Universidad Tecnológica de Pereira
dhmesa@utp.edu.co

DR. AMILTON SINATORA

Profesor Libre Docente del Depto. de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica - Universidad de São Paulo (Brasil)
sinatora@usp.br

¹ Tribología: Estudio del desgaste, la fricción y la lubricación).

desgaste adoptando un adecuado método de trabajo, permite prever fallas futuras en los equipos, conservando con esto la productividad, la seguridad industrial y la disminución de costos relacionados con estos temas.

Dentro de los diferentes tipos de desgaste que pueden actuar en piezas mecánicas (abrasión, erosión, deslizamiento, fretting, entre muchos otros), la cavitación es uno, que NO siendo el que más cantidad de equipos ataca, si está entre los que mayores pérdidas económicas genera.

El desgaste por cavitación, entendido como el daño provocado por la implosión de burbujas de vapor presentes en un fluido, afecta equipos como turbinas, bombas, tuberías y otros dispositivos que transportan fluidos y los cuales pueden estar sometidos a cambios bruscos de presión, provocando efectos como erosión de superficies sólidas, vibraciones, ruidos excesivos, disminución de eficiencia y otros, lo que finalmente se traduce en enormes gastos por reparo o reposición de este tipo de equipos [1,2].

2. DISCUSIÓN

El conocimiento de las grandes pérdidas económicas generadas por los altos consumos energéticos y la continua reposición de piezas dañadas por el desgaste, llevó a países industrializados a enfrentar el problema y motivar el estudio de la tribología. Gran Bretaña, gestora de estos estudios, después de ser realizada una encuesta en sus principales industrias, sobre cual era la causa principal de daño en la maquinaria, propuso una serie de tópicos sobre los cuales, centros de investigación especializados deberían llevar a cabo. Esos tópicos, al igual que otros que deberían ser iniciados o reforzados en la actualidad son presentados en la tabla No 1.

La sistematización y desarrollo de la investigación adelantada por el gobierno inglés, acerca de los diferentes temas de desgaste, fue iniciado apenas en 1966, mostrando como resultado costos anuales importantes. Algunos de los resultados encontrados en esta investigación en esa época son mostrados en la figura 1.

Tópicos Investigados	Tópicos a investigar en el futuro
1. Cojinetes de deslizamiento	1. Trasferencia de tecnología
2. Desgaste metálico	2. Tratamiento y recubrimientos superficiales
3. Aditivos en lubricantes	3. Desgaste metálico
4. Polímeros	4. Efectos térmicos
5. Lubricación elastohidrodinámica	5. Lubricación límite
6. Fricción	6. Lubricación elastohidrodinámica
7. Mecánica de contacto	7. Fricción
8. Trasferencia de tecnología	8. Mecánica de contacto
9. Anillos de pistón	9. Desgaste abrasivo
10. Tratamientos y recubrimientos superficiales	10. Polímeros
11. Diseño de cojinetes	11. Motores recíprocos
12. Desgaste abrasivo	12. Cerámicos
13. Sinergismo entre diferentes tipos de desgaste	13. Aditivos
14. conceptos generales sobre cavitación.	14. Desgaste erosivo y erosivo-corrosivo
	15. Desgaste por cavitación y cavitación-erosión

Tabla 1. Tópicos investigados en Inglaterra y tópicos propuestos para ser estudiados en centros de investigación. [3,4]

3. COSTOS DEBIDOS AL DESGASTE Y LA FRICCIÓN

3.1 Costos sociales

Después del estudio realizado en Inglaterra, otros países detectaron pérdidas anuales que variaban entre el 4 y el 10% de sus respectivos productos internos brutos. Si estos números aún no son suficientes para justificar la preocupación con el tema, entonces he aquí otro ejemplo: cuando un automóvil funciona en el ralenti, por ejemplo en un demoradísimo congestionamiento, en que gasta ese vehículo la energía disipada por el motor? Si usted dijo fricción, está casi en lo cierto. La mayor parte de la energía se gasta en superar la fricción entre el conjunto pistón/anillos y el cilindro; o entre cojinetes y el eje de

válvulas; o en disipar la vibración del motor. Se puede predecir (cuantificar también), lo que representaría en litros de combustible, una reducción (digamos de 3%), en el coeficiente de fricción de los componentes móviles de los motores.

Uno de los mayores costos sociales del desgaste es la contaminación ambiental. Si consiguiéramos reducir la cantidad de combustible necesaria para superar la fricción (y eso es posible), y para superar la alta fricción entre piezas muy desgastadas; estaríamos reduciendo también las fuentes de contaminación.

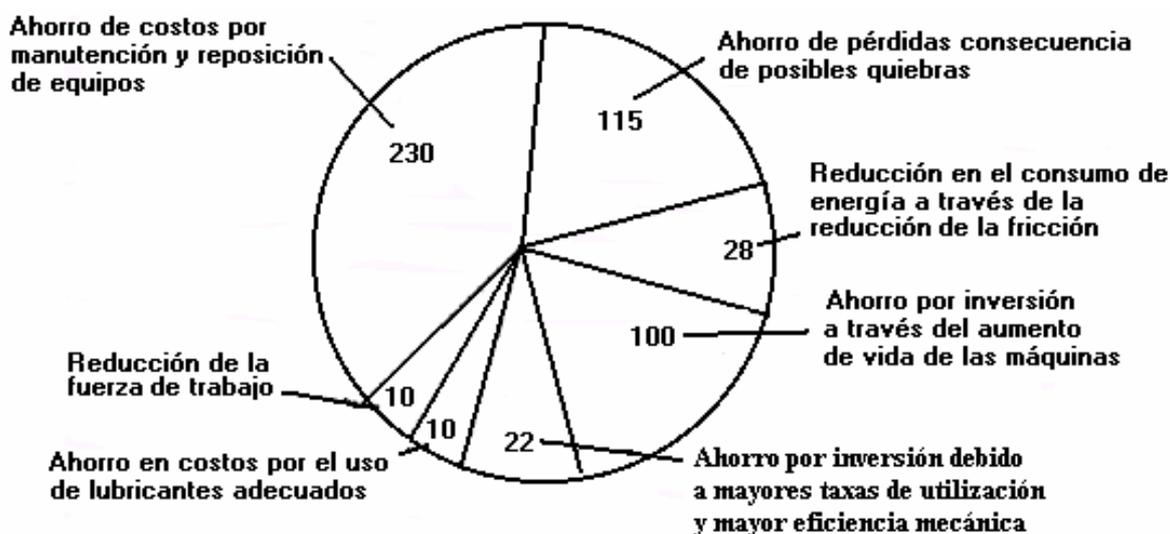


Figura 1. Ahorro resultante debido al empleo de conceptos de tribología. Los valores están expresados en millones de libras esterlinas (valores a 1966) [6]

Otro punto es que, el desgaste de componentes del motor (en particular los anillos de un pistón), aumenta el consumo de aceite y se elevan las tasas de emisión de contaminantes. Las consecuencias las conocemos todos, pico y placa, deficiencias respiratorias, ojos irritados, plantas industriales altamente contaminadas con el paso del tiempo, entre otras.

3.2. Costos empresariales

En las empresas, las pérdidas por fricción o por desgaste pueden ser enfrentadas de diferentes formas. Dentro de la inversión, como por ejemplo en la compra de una bomba o aparecer en la lista de "gastos" del presupuesto. Otra posibilidad sería considerarlos fuentes de reducción de costos y no puramente tópicos del presupuesto.

Algunos ejemplos que podemos citar de cómo enfrentar el desgaste en algunas empresas particulares, se tienen: En una empresa que procesa minerales, las operaciones de triturado, molido o transporte de material, implican necesariamente un contacto con minerales de alta dureza o conteniendo abrasivos duros, trayendo como consecuencia alto desgaste. La reposición de mandíbulas de una trituradora, revestimientos de molinos, elementos moledores, correas transportadoras y otras piezas sometidas a desgaste, puede ser vista como inevitable, o puede ser estimada dentro de un programa de reducción de costos.

De la misma forma, empresas ferroviarias pueden tratar el desgaste de los rieles, ruedas y otros componentes de los trenes como inversión o como gastos. Por otro lado, la colaboración estratégica entre proveedores e instituciones de investigación, puede permitir el desarrollo de programas que permitan encontrar la solución a problemas reales y por consiguiente llevar a

una reducción progresiva del desgaste de componentes. En la actualidad el transporte terrestre de carga se controla el desgaste de cada rueda individualmente, empleando programas de computador, previéndose el momento del mantenimiento y/o recambio. Las empresas transportadoras ya están ejerciendo presión sobre los fabricantes de llantas, para que se les garantice productos especializados adecuados a las condiciones de las carreteras y de los camiones.

Un estudio efectuado en la China sobre la industria de carbón, mostró que se debería esperar una tasa interna de retorno de 40 por cada unidad invertida en lo que tiene que ver con aspectos tribológicos. Una investigación semejante fue realizada en los Estados Unidos donde se encontraron tasas internas de retorno de 63 [5,6].

Hasta hace unos años y con base en los datos obtenidos de las investigaciones desarrolladas en el primer mundo, países como Brasil no se quedaron atrás y queriendo entender mejor el problema del desgaste, emprendieron estudios serios en varios campos de la tribología, con miras a encontrar soluciones eficaces tanto técnicas como económicas.

Han sido varios los tópicos trabajados por grupos de investigación en este país; entre ellos, se hace mención al que tiene que ver con el desgaste por cavitación de turbinas en centrales hidroeléctricas, estudio que arrojó datos escandalosos en lo que se refiere al costo por reparación de éste tipo de equipos en el Brasil. [1,8]

Para 1999 la producción de energía eléctrica por medios hidráulicos en este país era de aproximadamente 207 mil millones de MW y para 1991, los gastos por reparaciones en las turbinas generadoras de energía

debidas a daños por cavitación, eran de 13 mil millones de dólares al año, esto considerando únicamente mano de obra y materiales. [1]. Tales gastos han crecido conforme crece la cantidad de energía generada.

Para la época actual, la producción de energía en Brasil no ha cambiado mucho con respecto a la de 1999, pero los gastos por reparaciones de las turbinas si se han incrementado en otros miles de millones de dólares al año.

Comparando estos datos con la producción de energía actual en Colombia, que es de aproximadamente 8200 millones de MW y suponiendo que los daños ocurridos en los equipos presentan las mismas características que los equipos Brasileños (pues muchos de estos equipos no sólo son fabricados en ese país, sino que los mecanismos de daño deben ser semejantes), los gastos anuales por concepto de daños por cavitación, sería una de las principales fuentes de déficit financiero de las hidroeléctricas Colombianas, que hasta el momento no han podido frenar este tipo de daño.

4. COMO ENFRENTAR PROBLEMAS DE DESGASTE

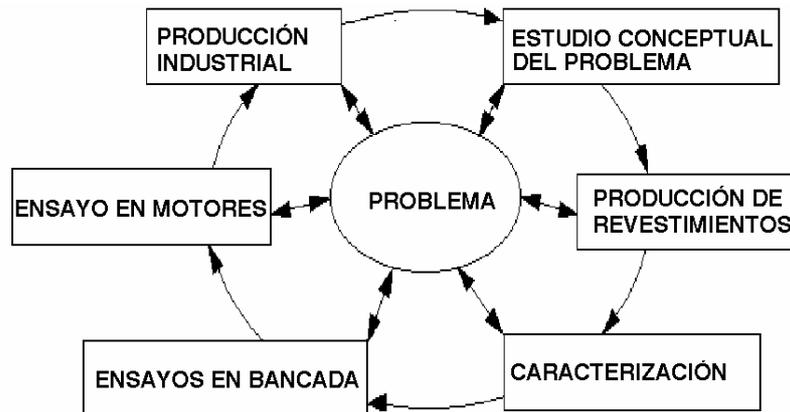


Figura 2. Esquema de trabajo en la solución del problema “desarrollo de nuevos revestimientos de anillos de pistón”, empleando el método heurístico [2,7].

Con la solución a problemas de este tipo, se espera aumentar el compromiso entre los grupos participantes (industria y centros docentes o de investigación), de modo a tener costos y plazos menores cuando se compara, si el problema hubiera sido resuelto individualmente, y al mismo tiempo, soluciones de mayor calidad. Se busca también agilizar la solución del problema, además de tener una relación más dinámica con las industrias y ellas una reducción del costo de desarrollo.

En general se tienen dos posibilidades de abordaje cuando de enfrentar problemas de desgaste se trata. Estos son (1) “*en línea*”, con las soluciones parciales siendo remitidas a un próximo grupo de investigación dentro de una línea de trabajo o (2) *un abordaje interdisciplinario o heurístico*. La segunda alternativa para la mayoría de casos es más viable, considerando que, al pretender resolver un problema por este método, se deben realizar los siguientes pasos: a) producción de muestras, b) caracterización microestructural, c) ensayos de laboratorio para la determinación de características de desgaste, fricción, corrosión, topografía de la superficie y dimensiones, d) comportamiento en laboratorio o en campo.

La solución de un problema particular, siguiendo el método heurístico, para el desarrollo de nuevos revestimientos de anillos de pistón, realizado conjuntamente entre un centro de investigación brasileño y una de sus principales industrias automovilísticas, interesada en mantener su competencia en el mercado, y que vale la pena observar y emular en nuestro país, es esquematizada en la figura 2.

5. COMENTARIOS FINALES

Si países como Inglaterra, Alemania, Estados Unidos, entre otros del primer mundo y países como China y Brasil del tercer mundo, promulgaron desde la década de los 60 en los primeros y de los 80 en los segundos, políticas de investigación y desarrollo sobre tribología, Colombia debería seguir el ejemplo, al observar que en el momento actual no hay una preocupación unificada con el tema, tal vez dentro del espíritu de que “la falta del mercado no justificaría la intervención del gobierno...” o sea, no hay demanda, no hay plan.

Con la adopción de un plan de trabajo entre las industrias, centros de investigación y universidades, se

alcanzarían ahorros entre el 1 al 1,6% del PIB en lo que se refiere a la educación, aplicación e investigación de conceptos sobre tribología. Y más importante aún, estudios adelantados por países industrializados como el Brasil, sugieren que el 20% de estos ahorros podrían ser obtenidos con el conocimiento ya establecido (en 1966), sobre el tema. O sea, la primera respuesta a problemas de fricción, desgaste y lubricación debería ser educación, educación, educación,.... [1,5,6].

6. CONCLUSIONES

A pesar de la buena cantidad de temas sobre tribología que en la actualidad han sido abordados por los investigadores, buscando entender los fenómenos de desgaste y corrosión, también es cierto que se puede profundizar aún más en esos mismos temas e incluso en otros tópicos como los planteados en la tabla 1, que merecen ser abordados con el mismo interés.

Con base en los datos mostrados sobre gastos generados por daños debidos a cavitación, puede verse como este sólo tipo de desgaste, puede generar altísimos gastos para una empresa como lo es la de generación de energía, entonces ni que decir si fueran considerados los demás tipos de desgaste.

Se debe adoptar una iniciativa de capacitación liderada por centros de investigación, preferiblemente pertenecientes a universidades donde se busque, primero el entendimiento de temas como la tribología, y después aliarse con las industrias, para que entre todos se puedan enfrentar problemas de desgaste y corrosión, procurando dar soluciones reales a estos problemas.

La unión estratégica entre Centros de Investigación, Universidades e Industrias, para el estudio de temas relacionados con el desgaste, permite que no se continúe con iniciativas aisladas, donde cada uno quiera resolver problemas a su manera y por el contrario, se entienda que el trabajo conjunto puede llevar a un ahorro importante de tiempo y dinero para las industrias, reduciendo los llamados costos sociales y empresariales.

7. BIBLIOGRAFÍA

[1]. CALAINHO LAGE José A., HORTA ANTUNES Cid., Gonçalves Carmo., LOMÔNACO GILLET Fernando. Cavitação em turbinas hidráulicas do tipo Francis e Kaplan no Brasil. XV Seminario Nacional de Produção e Transmissão de Eneqía Eléctrica (SNPTEE). 17 al 22 de Octubre de 1999, Foz de Iguacu – Parana – Brasil.

[2]. HUTCHINGS I. M. "TRIBOLOGY Friction and wear of Engineering materials. Ed Edward Arnold. Melbourne, 1992.

[3]. ZUM GAHR, K. H. "Microstructure and Wear of Materials". ELSEVIER, Amsterdam, 1987.

[4]. CABELLO Juan José, Notas de clase, fundamentos de tribología, CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE IBAGUÉ, primer semestre del 2000.

[5]. SINATORA, Amilton. Custos e soluções para problemas de desgaste. Metalurgia e Materiais, v. 53, n. 469, p 548-550. São Paulo, 1997

[6]. SINATORA, Amilton. "Notas de clase de la disciplina, Introducción al estudio del desgaste". Universidad de São Paulo-Brasil. Enero a abril de 2000.

[7]. JOST. H. P. Tribology - Orign and Future. Revista Wear, Vol 136, No 1 p. 1-17, Cambrige, 1990

[8]. FRISCHTAK. C. R., A nova economia política industrial / As bases da política industrial aspectos estruturais e setoriais. P.19. A Nova Política Industrial - O Brasil no novo paradigma, Hans Mathieu Organiizador,, Ed marco Zero, São Paulo, 1996.