

EVALUACIÓN DEL DESGASTE ADHESIVO DEL ACERO AISI –SAE 1020.

Evaluation of the Sticky Wearing Down of the Steel AISI –SAE 1020.

RESUMEN

En el momento en que se da inicio a la construcción de los primeros mecanismos mecánicos se presenta el desgaste de los materiales que los conforman; la tribología, que no es más que la evaluación del desgaste de los materiales, cobra importancia tanto a nivel industrial como académico. En esta investigación se evaluó el comportamiento del acero AISI –SAE 1020 al ser sometido a desgaste adhesivo en un tribómetro de cilindros cruzados, el ensayo se realizó bajo norma ASTM G83 – 96.

PALABRAS CLAVES: Acero AISI – SAE 1020, Cilindros Cruzados, Desgaste Adhesivo, Tribología, Tribómetro.

ABSTRACT

At the moment at which it occurs beginning to the construction of the first mechanical mechanisms appears the wear and tear on equipment that conforms them; the tribology, that is not more than the evaluation of the wear and tear on equipment, receives importance at industrial level as much as academic. In this investigation the behaviour of steel AISI was evaluated - SAE 1020 to the being submissive sticky wearing down in machine of crossed cylinders, the test was made under norm ASTM G83 - 96.

KEYWORDS: AISI – SAE 1020 Steel, machine of crossed cylinders, sticky wearing down

JOSÉ LUIS TRISTANCHO R.

Ingeniero Metalúrgico, M. Sc.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
josetris@utp.edu.co

OSCAR FABIÁN HIGUERA C.

Ingeniero Metalúrgico, M. Sc.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
osfahico@utp.edu.co

LUIS CARLOS FLOREZ G.

Ingeniero Mecánico, M.Sc.
Profesor Auxiliar.
Universidad Tecnológica de Pereira.
luiscar@utp.edu.co

Grupo de Investigaciones en
Materiales Avanzados GIMAV –
UTP.

1. INTRODUCCIÓN

El desgaste de los materiales ha sido un fenómeno que se ha evidenciado por siempre, por lo que se ha buscado combatirlo y prevenirlo de muchas maneras, una de las formas de evitar que se presente es la determinación de las características mecánicas del material (resistencia al desgaste, resistencia mecánica, resistencia a la fricción, etc.) y su comportamiento en el momento en que entra en contacto con otro, esto debido a que no solo basta con que un material cumpla con los requerimientos de resistencia, sino que pueda cumplir con su función durante un periodo de tiempo razonable.

El tiempo de vida útil y confiabilidad de los productos manufacturados están íntimamente relacionados con sus propiedades tribológicas (resistencia a la fricción y al desgaste) del par o pares mecánicos que están en contacto y su movimiento relativo, por lo cual el sistema debe ser diseñado de tal forma que se pueda obtener un alto rendimiento. [1]

El estudio del desgaste y de la fricción, constituyen unos de los últimos aspectos de la mecánica clásica que presentan interrogantes que no se han solucionado. Bajo la óptica de la ingeniería, su importancia está en aumento en función de las cargas impuestas a los componentes mecánicos y la disminución constante de las tolerancias

permitidas en los procesos de fabricación que generan grandes desafíos para la tribología.[2]

En esta investigación se evaluó el comportamiento del acero AISI – SAE 1020 cuando es sometido a desgaste adhesivo, para tal fin se diseñó, construyó y se puso en funcionamiento un tribómetro de cilindros cruzados bajo norma técnica ASTM G83.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

2.1. Tribología: la tribología es la ciencia que estudia la interacción entre superficies en movimiento y los problemas que se relacionan con ellas (desgaste, fricción, adhesión y lubricación) [3]. Las investigaciones en este campo involucran los siguientes sistemas:

- Desgaste debido al rozamiento entre dos superficies (desgaste adhesivo).
- Entrada de partículas al punto de contacto (desgaste de tres cuerpos).
- Partículas que causan impacto en la superficie (erosión).
- Desprendimiento de la superficie (abrasión).
- Desgaste debido a la formación y colapso de burbujas de aire a altas presiones (cavitación).

2.2. Desgaste: se presenta desgaste cuando un material es removido o desplazado por efecto de la interacción de las superficies de dos sólidos en contacto, que están sometidas a una carga y que se encuentran en movimiento relativo, este movimiento puede darse en una o varias direcciones. El desgaste es el resultado del arranque o desprendimiento de viruta que se causa a través de las áreas que se encuentran en contacto. [4]

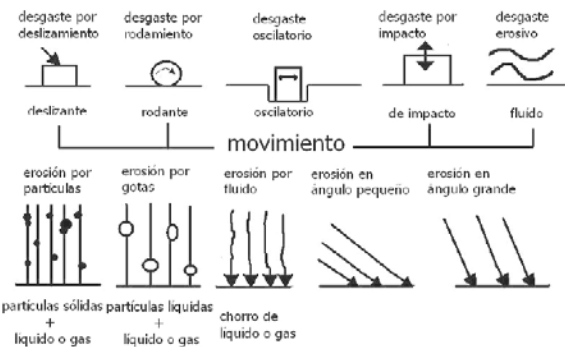


Figura 1. Tipos de Desgaste.

2.3. Superficies de Contacto: son los rugosímetros los equipos que registran las irregularidades que se presentan en las superficies con diferentes magnificaciones en las direcciones vertical y horizontal, siendo mayor normalmente la magnitud vertical. Es importante señalar que debido a estas diferencias en las magnitudes los perfiles registrados no representan la realidad de las irregularidades presentadas por las superficies. La verdadera forma de las superficies consiste en picos con ángulos de inclinación respecto a la línea base de menos de 15° . Para la evaluación de los modelos de desgaste se debe considerar la diferencia entre la superficie registrada y la superficie real. [5]

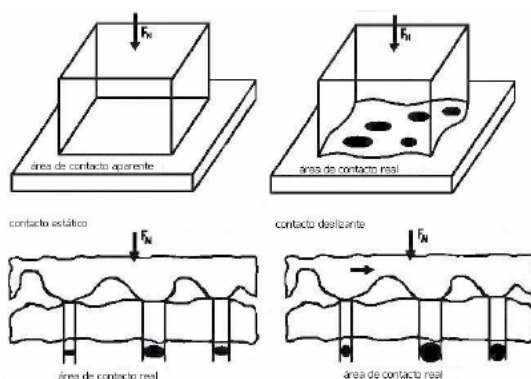


Figura 2. Áreas de Contacto Aparente y Real.

La fricción y el desgaste de dos superficies sólidas en contacto y sin ningún tipo de lubricación dependen del tipo de irregularidades superficiales que se involucren; a saber se conocen los siguientes casos:

- **Deformación Elástica:** se da cuando la carga aplicada y la adhesión no conlleva a la aparición de esfuerzos en la zona de contacto que excedan el límite de fluencia del material. El daño en el material o desgaste solo ocurre bajo fatiga por fricción.
- **Deformación Plástica:** se presenta cuando se aplica una fuerza, a las dos superficies que están en contacto, que sobrepasa el valor crítico "*límite elástico*", originando una zona plástica rodeada de material deformado elásticamente.
- **Microcorte:** se da cuando los esfuerzos de contacto en la deformación alcanzan valores tan altos que ocasionan daño en las condiciones del flujo del material deformado alrededor de la aspereza penetrante. En este caso tanto la velocidad, la temperatura como el medio juegan un papel importante.
- **Perturbación de la Adhesión:** en esta etapa se aumentan los esfuerzos de contacto y se presentan las deformaciones que acompañan simultáneamente los procesos de fatiga.
- **Ruptura Cohesional:** se presenta cuando el enlace de fricción es mayor que la resistencia del material subyacente y provoca rasgaduras a ciertas profundidades.

2.4. Tribómetros: los tribómetros son mecanismos que permiten determinar la resistencia al desgaste de un material cuando se pone en contacto consigo mismo o con otro material y existe movimiento relativo entre ellos, en un determinado medio.

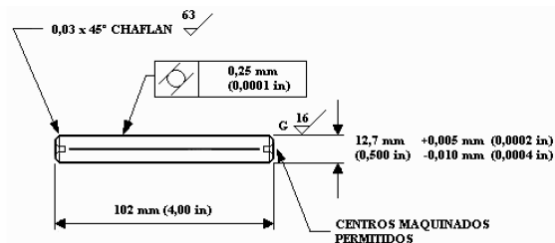
La posible construcción de estos mecanismos se da de acuerdo a cada sistema de desgaste a estudiar, entre ellos se tienen:

- Máquina de Cilindros Cruzados.
- Máquina de Perno sobre Disco.
- Máquina de Líquidos Impactantes.
- Máquina de Perno y Película Abrasiva.
- Máquina de Arena y Disco Plástico.

2.5. Ensayo Estándar para medir el Desgaste con Aparato de Cilindro Cruzados: la norma técnica ASTM G83 estandariza el ensayo de desgaste con una máquina de cilindros cruzados. El ensayo consiste en realizar una prueba de laboratorio para determinar el desgaste por fricción de dos materiales.[6]

El ensayo puede realizarse para materiales iguales o diferentes, cuando el par tribológico está conformado por el mismo material (materiales iguales) los resultados de la prueba serán reportados como el volumen total perdido por el par tribológico, así como el volumen perdido por cada componente del par.

Las probetas que serán sometidas al ensayo deben presentar las siguientes dimensiones, 12.7mm. (0.5in.) de diámetro y 102mm. (4in.) de largo, con una rugosidad máxima de 1.25µm.



ASTM G83-96

Figura 3. Especificaciones de la Probeta.

La norma define las características del ensayo, especificando tres pruebas diferentes (ver tabla 1).

Procedimiento	Fuerza Aplicada ^X			Revoluciones	Velocidad (rpm) ^Y
	N	Kgf	Lbf		
A	71.2	7.26	16	80000	400
B	71.2	7.26	16	40000	400
C	71.2	7.26	16	10000	100

^X Tolerancia en la fuerza $\pm 3\%$

^Y Tolerancia en la velocidad $\pm 2\%$

Tabla 1. Parámetros de los Ensayos ASTM G83 - 96

Con el fin de obtener las curvas de desgaste del par analizado, se deben realizar, durante el desarrollo de la prueba, varias mediciones del acumulado del material perdido, para esto se deben definir os intervalos de tiempo en los que se han de realizar dichas tomas de datos.

Los resultado obtenidos después de realizado el ensayo deben reportarse en el formato propuesto por la norma (ver figura 4)

TABLE X1.2 Results of Typical Analysis

Note: 1—Sample Size (2 to 10); M2 Tool Steel—400 r/min; (16 lbs.) is 71.2 N; 80 000 Cycles

Test No.	Fixed Specimen		Moving Specimen, Weight Loss, mg, mls	Total Wear, mg
	Weight Loss, mg	Stear Diameter, 64** in, mm		
1	6.7	8 (3.2)	4.6 (1.6)	11.3
2	6.3	8 (3.2)	4.5 (1.4)	10.8
3	7.2	8.5 (3.4)	6.0 (2.5)	13.2
4	6.9	8 (3.2)	5.0 (4.5)	11.9
5	8.3	8.5 (3.4)	4.3 (3.0)	12.6
6	7.6	8.5 (3.2)	4.6 (3.5)	12.2
	$\bar{X} = 7.17$		$\bar{X} = 4.83$	$\bar{X} = 12.0$
	$R = 8.3 - 6.3 = 2.0$		$R = 6.0 - 4.3 = 1.7$	$R = 13.2 - 10.8 = 2.4$
	$\sigma_0 = 2.534$		$\sigma_0 = 2.534$	$\sigma_0 = 2.534$
	$s = R/\sigma_0 = 2.0/2.534$		$s = R/\sigma_0 = 1.7/2.534$	$s = R/\sigma_0 = 2.4/2.534$
	$s = 0.7893$		$s = 0.6709$	$s = 0.9471$
	$v = s/\bar{X} = 0.7893/7.17$		$v = s/\bar{X} = 0.6709/4.83$	$v = s/\bar{X} = 0.9471/12.0$
	$v = 11.0\%$		$v = 13.9\%$	$v = 7.9\%$

Figura 4. Tabla de Resultados según ASTM G83 -96

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Para el desarrollo de esta investigación se diseño, construyó y puso en funcionamiento un tribómetro de cilindros cruzados, bajo norma técnica ASTM G83 - 96 (ver figura 5).

**Figura 5.** Tribómetro de Cilindros Cruzados.

Se determino, de acuerdo a las características del acero AISI -SAE 1020, el procedimiento C especificado en la norma ASTM G83 -96 para la realización del ensayo de desgaste en un tribómetro de cilindros cruzados.

Se fabricaron las probetas del material (acero AISI - SAE 1020) con las siguientes dimensiones:

- Diámetro: 12.7mm.
- Longitud: 100mm.
- Rugosidad máxima: 0.34 µm.

Antes y después de realizar los ensayos se procedió a la toma de los pesos de cada una de las probetas que conforman el par tribológico.

En la tabla 2. se presentan las condiciones de las probetas sometidas a ensayo.

Masa Inicial (gr.)			Rugosidad Probeta estática. (µm)	Rugosidad Probeta Rotatoria. (µm)
Probeta Rotatoria.	Probeta Estática.	Total		
99.8768	100.9573	200.8341	0.17	0.19
98.9355	100.0215	198.9570	0.16	0.18
99.1024	100.3588	199.4612	0.16	0.17
98.8055	99.7470	198.5525	0.15	0.17
99.1997	100.6782	199.8779	0.17	0.15

Tabla 2. Condiciones iniciales de las probetas.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El coeficiente de fricción para el acero AISI - SAE 1020 se determinó mediante el uso de la siguiente ecuación.

$$V = K (F/L/H) \quad (1)$$

Donde:

K, es el coeficiente de fricción.

F, es la fuerza normal.

L, es la longitud de deslizamiento.

H, corresponde a la dureza del material.

V, es el volumen total desgastado.

Los resultados obtenidos después de realizado el ensayo se presentan en las tablas 3, 4 y 5.

Masa Final (grs.)			Duración de la Prueba (min.)
Probeta Rotatoria.	Probeta Estática.	Total.	
98,5563	100,3423	198,8986	92
97,5253	99,3795	196,9048	92
97,7341	99,6759	197,4100	92
97,3809	99,0447	196,4256	92
97,8874	100,0713	197,9587	92

Tabla 3. Resultados de las Pruebas.

Volumen (mm ³)	Ensayo.
246	1
261	2
261	3
271	4
244	5

Tabla 4. Volumen perdido en cada ensayo.

Longitud de deslizamiento (mm)	Coefficiente de desgaste (K)
396429	7,72E-03
396429	8,19E-03
396429	8,18E-03
396429	8,48E-03
396429	7,66E-03

Tabla 5. Resultados de Coeficiente de Desgaste en el acero AISI-SAE 1020.

En la figura 6, se muestra la curva de desgaste vs tiempo para el acero AISI-SAE 1020.

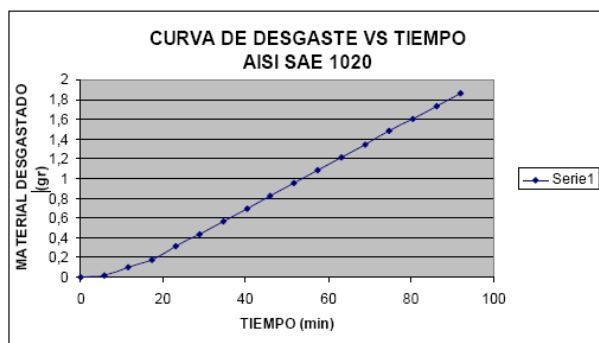


Figura 6. Curva de Desgaste vs. Tiempo para el acero AISI-SAE 1020.

Como se esperaba, para el acero AISI-SAE 1020, por su baja resistencia al desgaste las fases I y II en la curva desgaste vs. Tiempo son de muy corta duración. Para el caso en estudio, par tribológico acero AISI-SAE 1020 vs. Acero AISI-SAE 1020, se evidencio solo la tercera fase correspondiente a desgaste acelerado.

En la figura 7 se muestra la curva coeficiente de fricción vs. Tiempo, en donde se observa la presencia de los dos

primeros estados de evolución del coeficiente de desgaste (fricción), el primero de ellos que depende de los contaminantes presentes y de la preparación de las superficies y el segundo en el que se alcanzan los valores máximos debido al desgaste ocasionado por el contacto metal – metal.

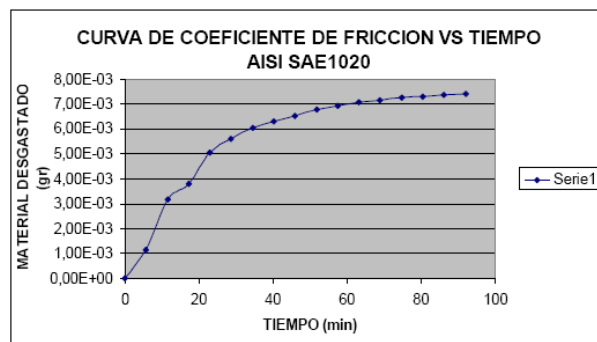


Figura 7. Curva de coeficiente de Fricción vs. Tiempo para el acero AISI – SAE 1020.

5. CONCLUSIONES.

- Se diseño, construyo y puso en funcionamiento un tribómetro de cilindros cruzados para ensayos de desgaste adhesivo bajo norma técnica ASTM G83.
- Se determino el coeficiente de desgaste para el acero AISI –SAE 1020, encontrandose este coeficiente experimental dentro de los parámetros establecidos en la literatura.
- Se determino que el primer estado de evolución del coeficiente de fricción (desgaste) depende de las características superficiales que presentan las probetas y de los contaminantes que contenga el material. En el segundo estado de evolución del coeficiente de desgaste se presentan los valores máximos debido a que además de los contaminantes, la calidad de la superficie se ve notoriamente disminuida por el continuo contacto metal-metal.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] M. Vite Torres, et. al., “Necesidades de la enseñanza de la tribología en los programas de ingeniería de las universidades públicas mexicanas”, México., 1994.
- [2] D. Mesa, A. Sinatora., “El desgaste de materiales, enfrentarlo o dejarlo de lado y asumir los riesgos”, Scientia et Technica., octubre 2003., p 87 – 91.

[3] Roadhouse., Manual técnico de la pastilla de freno., Capitulo 2 “Introducción a la Tribología”, disponible en <http://www.roadhouse.es/manual/cap2.pdf>

[4] M. Vite Torres, M. Florez, V. Florez., ¿por qué el desgaste?., 1994

[5] K. Zum., Institute of materials technology. Microstructure and wear of materials., University of Siegen., Elsevier Science Publisher B. V. NewYork., 1987