

Evaluación del coeficiente de fricción y la carga de gripado en pares de contacto para lubricación mixta y seca

Carlos José Santillán Mariño, Jhonny Marcelo Orozco Ramos, Ernesto Ramiro Santillán Mariño, Eduardo Francisco García Cabezas,, Carlos Oswaldo Serrano Aguiar

*Facultad de Mecánica, Ingeniería Industrial, Grupo de Investigación de Nuevas Tecnologías
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Panamericana Sur km 1 ½ Riobamba - Ecuador*

e-mail: c_santillan@esepoch.edu.ec, ingjimorozco@gmail.com, ernsanti96@gmail.com,
edugarciac_87@hotmail.com, carlos.serrano@esepoch.edu.ec

INTRODUCCIÓN

El coeficiente de fricción es un factor que influye considerablemente en los diferentes tipos de fallo y por ende su alta incidencia en la eficiencia de pares de contacto. En las bibliografías relacionadas a la temática tribológica, analiza los regímenes de lubricación elasto hidrodinámica (EHD), mixto o límite, (Smeeth, M. and Spikes H.A., 1995) ofertando ecuaciones obtenidas para condiciones de velocidades medias y altas y con superficies de contacto considerado de alta dureza; sin embargo, en la práctica industrial existen sistemas de transmisión cerrados que son caracterizados por bajas velocidades, altas fuerzas de contacto y durezas superficiales.

Es por tanto importante, proponer metodologías y obtener ecuaciones empíricas que permitan determinar el coeficiente de fricción en condiciones de bajas velocidades, lubricación semiseca y altas cargas de contacto; (Hamrock, B-J and Dowson D., 1984), para lograr este objetivo, se contempla la aplicación de un estudio experimental que permite presentar ecuaciones de regresión para condiciones límites de diferentes variables y su proyección al comportamiento no lineal tribológico.

DESARROLLO

El equipo empleado es un tribómetro Amsler A 135 (1) que permite realizar ensayos de desgaste; los discos de pruebas son preparados en tamaños que oscilan entre los 30 y 50 mm de diámetro y alrededor de 10 mm de espesor. Los discos son fijados en los extremos de dos ejes de forma que puedan tener contacto uno contra otro. La fuerza radial empleada se regula en un rango entre los 20 y 200 Kg, carga que puede ser leída en una escala, la velocidad de rotación y la dirección de rotación son contrarias en los discos; para discos del mismo diámetro la relación de deslizamiento es del 10%, la velocidad de operación baja es de 200 rpm y la alta es de 400 rpm. Entre el motor y el eje de la probeta de baja velocidad existe un dinamómetro el cual indica el torque de fricción transmitido, se emplea momentos friccionales de 10, 50, 100, 150 Kgf cm

CILINDRO TIPO 1	CILINDRO TIPO 2	CASO 2: Para las probetas endurecidas de tipo 2, dureza superficial 416 HB, 3 réplicas, considerándose la respectiva matriz de experimentos y variables						
Diámetro exterior (m)	0.0429	0.05	Réplica	σ_H (Mpa)	V_d (m/s)	T (°C)	v (N-s/m ²)	f
Material	SAE 1018	SAE 1040 (Endurecido)	1	413.65	0.08	26.2	0.5457	0.06410
Dureza Superficial (HB)	164	416		226.57	0.08	23.2	0.7671	0.06313
Rugosidad (µm)	0.12	0.42		413.65	0.04	24	0.6976	0.06847
				226.57	0.04	20.5	1.0847	0.06119
				413.65	0.08	25.4	0.5952	0.05857
				226.57	0.08	22	0.8901	0.05827
				413.65	0.04	23	0.7859	0.06935
				226.57	0.04	23	0.7859	0.07770
				413.65	0.08	26.4	0.5342	0.05973
				226.57	0.08	23	0.7859	0.05925
				413.65	0.04	21.5	0.9493	0.07022
				226.57	0.04	20.3	1.1149	0.06799
			2	413.65	0.08	26.8	0.5122	0.08304
				226.57	0.08	22.5	0.8358	0.06410
				413.65	0.04	24	0.6976	0.06847
				226.57	0.04	164	20.5	1.0847
				413.65	0.08	164	26.2	0.5457
				226.57	0.08	164	23.2	0.7671
			3	413.65	0.04	416	22.5	0.8358
				226.57	0.04	416	20	1.1624
				413.65	0.08	416	28	0.4531
				226.57	0.08	416	23.5	0.7400
				413.65	0.04	164	23	0.7859
				226.57	0.04	164	23	0.7859
			3	413.65	0.08	164	25.4	0.5952
				226.57	0.08	164	22	0.8901
				413.65	0.04	416	24.4	0.6661
				226.57	0.04	416	22	0.8901
				413.65	0.08	416	28.5	0.4312
				226.57	0.08	416	24.5	0.6585
			3	413.65	0.04	164	21.5	0.9493
				226.57	0.04	164	20.3	1.1149
				413.65	0.08	164	26.4	0.5342
				226.57	0.08	164	23	0.7859
				413.65	0.04	416	24.8	0.6364
				226.57	0.04	416	23	0.7859

CASO 1: Para probetas tipo 1, de dureza superficial 164 HB, se realizó tres réplicas en función de la matriz de experimentos

CONCLUSIONES

El tipo de régimen de lubricación que se presenta en las pruebas se lo realiza en función del coeficiente de fricción de las pruebas, misma que indica que se presenta en las pruebas un régimen de lubricación límite y mixto.

Mediante la ecuación de Dowson – Higginson para contacto lineal se determina el espesor de película lubricante y considerando los valores de radio de asperezas de las probetas se establece que el conjunto de pruebas se realizó en un régimen Mixto – EHD en las probetas de dureza baja y en las probetas de mayor dureza en un régimen Mixto.

De los datos experimentales, se obtiene como rango del coeficiente de fricción para las probetas de 164 HB en los valores 0,058 ÷ 0,077; en tanto, para las probetas de 416 HB los valores corresponde al rango 0,066 ÷ 0,088 para medidas de temperatura medidas en la zona de contacto entre 20 ÷ 36 oC.

La probeta de dureza máxima (416 HB) presenta mejores condiciones de resistencia por parte de los discos, señalándose la existencia de una velocidad crítica de deslizamiento comprendida en el rango del 10 al 20%.

REFERENCIAS

- Amsler A., WEAR TESTING MACHINE FOR METALS, Type A 135, Schaffhausen, Switzerland.
 Artes M. and Pedrero J.I., COMPUTERIZED GRAPHIC METHOD FOR ANALISIS OF GEAR DESIGN, Mech. Mach. Theory. Vol 29, No.1, pp 59-71, 1994.
 Bhusman, B., FRICTION, WEAR AND LUBRICATION, Tech. Rep. No. AT81D060, SKF Industries Inc, King of Prussia, Pa 1981.
 Hamrock, B-J and Dowson D, ISOTHERMAL ELASTOHYDRODYNAMIC LUBRICATION OF POINT CONTACTS, Part III, Fully flooded results. Trans. ASME, J. Lubric. Technol., pp 264-276.
 Montgomery D., DISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS, Edit. Iberoamericana.
 Muraki, M., Matsuoka T., and Kimura, Y., INFLUENCE OF TEMPERATURE RISE ON NON NEWTONIAN BEHAVIOR OF FLUIDS IN EHD CONDITIONS. In Proceedings of the Fifth International Congress on Tribology, Espoo, Finland, Vol 4, pp 226-231, 1989
 Smeeth, M. and Spikes H.A., THE INFLUENCE OF SLIDE ROLL RATIO ON THE FILM THICKNESS OF AN EHD CONTACT OPERATING WITHIN THE MIXED LUBRICATION REGIME, Presented at the Twenty-seconds Leeds – Lyon Symposium on Tribology, The Third Body Concept, Lyon – France, 5-8 September 1995.
 Suh N.P., TRIBOPHYSICS, Prentice Hall, 1986, pp 26-45.