



Disciplina: **CAM603 - FUNDAMENTOS DE TRIBOLOGIA**

Subject: **CAM603 - FUNDAMENTALS OF TRIBOLOGY**

Disciplina: **CAM603 - FUNDAMENTOS DE LA TRIBOLOGÍA**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

1. Topografia Superficial: a. Introdução, b. Técnicas de medição e análise da topografia superficial, c. Quantificação da topografia, d. Superfícies de Engenharia.
2. Mecânica do Contato: a. Introdução, b. Contato de aspereza pontual e multiasperezas, c. Teoria do contato de Hertz - Pressão e Deformação.
3. Atrito: Efeito da rugosidade e do coeficiente de atrito na distribuição de tensões: a. Influência do atrito nas tensões de contato, b. Influência da rugosidade nas tensões de contato (Área real de contato e Distribuição de pressão na área real de contato), c. Atrito dos materiais (Metais, Cerâmicas, Polímeros)
4. Desgaste de rolamento e deslizamento: a. Introdução e terminologia, b. Experimentos, c. Desgaste por deslizamento - Equação de Archard, d. Desgaste por rolamento - fadiga (pite e lascamento) e amaciamento, e. Transição de desgaste Moderado-Severo (Transição T1-T2), f. Desgaste de metais não lubrificadas, g. Desgaste de metais lubrificadas, h. Gripagem de metais, i. Desgaste de cerâmicas, j. Desgaste de polímeros.
5. Lubrificação: a. Introdução, b. Teorias da lubrificação, c. Teorias de contatos lubrificadas e regimes de lubrificação, d. Curva de Stribeck.
6. Desgaste por partículas abrasivas: a. Introdução, terminologia e classificações, b. Propriedades das partículas abrasivas (dureza, tamanho e forma), c. Desgaste abrasivo, d. Erosão por impacto sólido.
7. Estudos de caso e testes tribológicos: 1. Tribologia na mineração (estudos de caso sobre placas de chutes, correias transportadoras, bolas de moinho, britadores, prensas HPRG e na ferrovia (trilhos)); 2. Testes tribológicos (configurações pino-disco, pino-lixo, disco-disco, microabrasão, Roda de borracha a seco e a úmido, ensaios lubrificadas, riscamento, abrasão impacto).

DISCIPLINE MENU:

1. Surface Topography: a. Introduction, b. Techniques for Measurement and Analysis of Surface Topography c. Quantifying surface topography, d. Surface Engineering.



2. Contact mechanics: a. Introduction, b. single asperity contact and multi-asperity contact model, c. Hertzian contact theory - Pressure and Deformation.
3. Friction: Effect of roughness and friction coefficient on the contact stress distribution: a. Influence of friction on contact stresses, b. Influence of roughness on contact stresses (the true contact area and stress Distribution in the true contact area), c. Friction and wear properties of materials (Metals, Ceramics, Polymers)
4. Rolling-Sliding Wear: a. Introduction and terminology, b. Experiments, c. Sliding wear - Archard's Equation, d. Rolling wear – surface fatigue failure (pitting and chipping) and softening, e. The mild-to-severe wear transition (Transition T1-T2), f. unlubricated metal-to-metal wear, g. lubricated wear of metals, h. The seizure of metals, i. Wear of ceramics, j. Wear of polymers.
5. Lubrication: a. Introduction, b. Lubrication theory, c. Theory of lubricated Hertzian contacts; lubrication regimes, d. Stribeck curve.
6. Abrasive Wear: a. Introduction, terminology and classifications, b. Characteristics of Abrasive Particles and their implications on wear (hardness, size and shape), c. Abrasive wear, d. Erosion by solid particle impact.
7. Case studies and tribological tests: 1. Tribology in mining (case studies on chute plates, conveyor belts, grinding balls, crushers, HPRG presses, and on the railway tribology); 2. Tribological tests (pin on disc wear test, Twin disc tribological tests, micro-abrasion wear test, dry and wet sand–rubber wheel test, lubricated tests, scratching, impact abrasion).

CONTENIDO:

1. Topografía de superficies: a. Introducción, b. Técnicas de medición y análisis de topografía superficial c. Cuantificación de la topografía de superficies, d. Ingeniería de superficies.
2. Contacto mecánico de materiales elásticos: a. Introducción, b. Teorías de contacto de asperezas y modelo de contactos múltiples, c. Teoría del contacto hertziano: presión y deformación.
3. Fricción: Efecto de la rugosidad y del coeficiente de fricción sobre la distribución de la tensión de contacto: a. Influencia de la fricción en las tensiones de contacto, b. Influencia de la rugosidad en las tensiones de contacto (área de contacto real y distribución de tensiones en el área real de contacto), c. Fricción y desgaste de materiales (metales, cerámicos, polímeros)
4. Desgaste rodante-deslizante: a. Introducción y terminología, b. Experimentos, c. Desgaste deslizante - Ecuación de Archard, d. Desgaste por rodadura: falla por fatiga de superficies (picaduras y astillado) y ablandamiento, e. La transición de desgaste moderado a severo (Transición T1-T2), f. Desgaste metal con metal a seco, g. Desgaste lubricado de metales, h. Entrabe de metales, i. Desgaste de cerámicos, j. Desgaste de polímeros.
5. Lubricación: a. Introducción, b. Teoría de la lubricación, c. Teoría de contactos hertzianos lubricados; regímenes de lubricación, d. Curva de Stribeck.
6. Desgaste abrasivo: a. Introducción, terminología y clasificaciones, b. Características de las partículas abrasivas y sus implicaciones en el desgaste (dureza, tamaño y forma), c. Desgaste abrasivo, d. Erosión por impacto de partículas sólidas.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



7. Estudios de casos y ensayos tribológicos: 1. Tribología en la minería (estudios de casos sobre placas de tolvas de transferencia, bandas transportadoras, bolas de molinos, trituradoras, prensas HPGR y tribología ferroviaria); 2. Ensayos tribológicos.

BIBLIOGRAFIA:

1. Hutchings, Ian M. Tribology: friction and wear of engineering materials, 1992.
2. Bhushan, Bharat. Introduction to Tribology, 2nd Edition, 2013.
3. Stachowiak, G. Wear: Materials, Mechanisms and Practice. Online Buch Wiley Interscience, 2005.
4. Stoeterau, R. L. Tribologia – Apostila da disciplina, UFSC, 2004.
5. Johnson, K. L.; Contact mechanics. ISBN: 0-521-25576-7
6. Dowson, D.; Elasto-hydrodynamic lubrication. ISBN: 0-08-021303-0
7. Jorge Seabra; Mecânica do Contacto Hertziano, 3ª Edição, 138 páginas. SMap, DEMEGI, FEUP, 2003.
8. Jorge Seabra, Armando Campos e Alexandre Sottomayor; Lubrificação Elastohidrodinâmica, SMap, DEMEGI, FEUP, 1ª Edição, 200 páginas, 2002.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

- a. Zum Gahr, K.H. Microstructure and Wear of Materials - Tribology series Vol. 10, 1987.
- b. Blau, P. J. Friction Science and Technology. Taylor & Francis Inc, 1995.
- c. Hawk, Jeffrey A, and Wilson, Rick D. Tribology of earthmoving, mining, and minerals processing. United States: N. p., 2001. Web.
- d. Robert L. Kincaid (1994) Tribology: Today's technology for mine maintenance, International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment, 8:4, 163-166, DOI: 10.1080/09208119408964780