

* Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Ano letivo: 2020/2021

Mestrado em Engenharia Mecânica - Projecto e Produção Mecânica

Mestrado, 2º Ciclo

Plano: Despacho n.º 14908/2014

Ficha da Unidade Curricular: Engenharia de Superfícies

ECTS: 6; Horas - Totais: 162.0, Contacto e Tipologia, T:30.0; TP:15.0; OT:4.0;

Ano | Semestre: 1 | S1

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 37465

Área Científica: Ciência e Tecnologia dos Materiais

Docente Responsável

Isabel Maria Duarte Pinheiro Nogueira

Professor Coordenador

Docente(s)

Isabel Maria Duarte Pinheiro Nogueira

Professor Coordenador

Objetivos de Aprendizagem

Sensibilizar para a importância das superfícies técnicas no funcionamento, durabilidade e fiabilidade dos equipamentos mecânicos. Transmitir conhecimentos associados à degradação das superfícies e aos métodos de tratamento e revestimentos das superfícies.

Conteúdos Programáticos

1. INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE SUPERFÍCIES
2. SUPERFÍCIES SÓLIDAS
3. MECÂNICA DO CONTACTO
4. ATRITO
5. DESGASTE
6. LUBRIFICAÇÃO
7. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES

Conteúdos Programáticos (detalhado)

1. INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE SUPERFÍCIES:

- 1.1. Um pouco de História;
- 1.2. Engenharia de Superfícies: definição, princípios e conceitos básicos;
- 1.3. A Engenharia de Superfícies na conceção e projeto de materiais e componentes;
- 1.4. Desgaste vs. atrito
- 1.5. Análise dos sistemas tribológicos.

2. SUPERFÍCIES DE CORPOS SÓLIDOS:

- 2.1. Superfícies de sólidos: definição. Interfaces sólido-gás e sólido-líquido. Tensão de superfície. Anisotropia da tensão de superfície em sólidos: diagramas de binários de interface.
- 2.2. Topografia de superfícies: definição da forma e rugosidade, filtragem e rugosidade a diferentes escalas.
- 2.3. Caracterização da rugosidade: equipamentos e técnicas de medida. Erros associados aos métodos de contacto e aos métodos óticos.
- 2.4. Descrições estatísticas da rugosidade das superfícies e parâmetros de rugosidade: Ra, Rz, Rmax, bearing ratio, skewness e kurtosis. Outros parâmetros.

3. MECÂNICA DO CONTACTO:

- 3.1. Contactos Singulares. Contacto elástico: modelo de Hertz; campo de tensões normais e de corte nas zonas de contacto entre superfícies paraboloídes, tensões de corte máximas e implicações sobre o projecto de revestimentos. Contacto plástico: o modelo de Bowden e Tabor e conceito de dureza do material
- 3.2. Contactos múltiplos. Superfícies rugosas, área nominal e área real de contacto, modelo de Greenwood e Williamson, índice de plasticidade. Modelo de Johnson, Kendall e Roberts.

4. ATRITO:

- 4.1. Origem do atrito. Leis de atrito (Amontons e Coulomb).
- 4.2. Coeficientes de atrito estáticos e dinâmicos: definição e modelos mecânicos. Componente de adesão. Componente de deformação plástica. Previsões teóricas para o coeficiente de atrito e desvios experimentais. Outras contribuições (plastificação, encruamento, fluência).

5. LUBRIFICAÇÃO:

- 5.1. Regimes de Lubrificação: Curva de Stribeck.
- 5.2. Lubrificação hidrostática. Lubrificação hidrodinâmica. Lubrificação mista. Lubrificação por camada limite.
- 5.3. Lubrificantes Sólidos.

6. DESGASTE:

- 6.1. Tipos de desgaste: nomenclatura e classificação dos tipos de desgaste de acordo com diferentes autores. Importância relativa dos diferentes tipos de desgaste. Parâmetros que influenciam o comportamento ao desgaste.
- 6.2. Desgaste Adesivo. Modelo de Archard. Desgaste por deslizamento de metais, cerâmicos e polímeros. Mecanismos de desgaste e mapas de desgaste: a abordagem de Lim e Ashby.
- 6.3. Desgaste abrasivo. Modelo de Rabinowicz. Limitações do modelo e abordagens alternativas (Challen e Oxley). Mecanismos de desgaste abrasivo: microcorte, nicrolavragem, microfadiga e microfissuração. Abrasão em cerâmicos e polímeros.
- 6.4. Desgaste triboquímico. Fenomenologia. Modelo de Quinn.

6.5. Erosão. Erosão por partículas sólidas e fluidos. Cavitação.

6.6. Fadiga de superfícies. Fenomenologia. Nucleação e propagação de fissuras superficiais e subsuperficiais. Modelo de Kuhlmann-Wilsdorf.

6.7. Outros tipos de desgaste: fretting, desgaste induzido electricamente e outras formas de desgaste.

7. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES:

7.1. Tratamentos de superfícies "clássicos": térmicos, químicos e termoquímicos.

7.2. Revestimentos: deposição física em fase vapor (PVD); deposição química em fase vapor (CVD), deposição por imersão (zincagem, aluminização).

7.3. Técnicas de projecção. Princípios fundamentais. Projecção térmica. Projecção plasma.

7.4. Outras técnicas. Tratamentos superficiais por laser. Deposição autocatalítica de metais (Deposição "electroless" Ni e Au). Deposição electroquímica: galvanização, cromagem, niquelagem, cadmiagem, anodização das ligas de alumínio, deposição de metais nobres.

Metodologias de avaliação

Avaliação da unidade curricular é constituída:

A) pela realização de um Trabalho de pesquisa bibliográfica sobre um tema inserido no programa lecionado. O trabalho poderá ser realizado por um ou dois alunos e deverá ser entregue até ao último dia no período de contacto.

B) pela realização de um Exame, através por uma prova escrita em época normal, ou de recurso.

C) pela apresentação de casos práticos, durante a aula, elucidativos dos fundamentos teóricos lecionados, através da explanação de publicações da área científica.

A aprovação a esta unidade curricular será obtida com nota igual ou superior a 10 valores, através da seguinte formula.

$$NF = A (40 \%) + B (50 \%) + C (10 \%)$$

Software utilizado em aula

Não aplicável

Estágio

Não aplicável

Bibliografia recomendada

- Silva, F. (1995). *TRIBOLOGIA* : Fundação Calouste Gulbenkian
- Davim, J. (2011). *TRIBOLOGY FOR ENGINEERS: A PRACTICAL GUIDE* : Woodhead

Publishing

- Neale, M. (1993). *A TRIBOLOGY HANDBOOK* : SAE/Butterworth
- Shigley, J. (2004). *MECHANICAL ENGINEERING DESIGN* :
- Holmberg , . e Matthews, . (2009). *Coatings Tribology: Properties, Mechanisms, Techniques and Applications in Surface Engineering* New York: Elsevier Science

Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos

Os conteúdos programáticos permitem ao aluno perceber a Tribologia enquanto Ciência e Tecnologia. O programa compreende uma introdução à ciência das superfícies, seguindo-se a caracterização de superfícies sólidas e da interação entre duas superfícies. De seguida abordam-se determinados fenómenos como o atrito e o desgaste e mostra-se a importância da lubrificação e dos sistemas de lubrificação no comportamento mecânico das superfícies interactuantes num contexto operacional de equipamentos mecânicos.

Para além da lubrificação, são apresentados tratamentos, que permitem proteger e prolongar o tempo de vida das superfícies sujeitas às mais diversas solicitações, como os tratamentos de revestimento, de conversão e de transformação estrutural. Dada a importância que assumem os revestimentos na proteção das superfícies, abordam-se processos e mecanismos existentes para a sua caracterização.

Metodologias de ensino

A lecionação será efetuada através de aulas de carácter expositivo dos conteúdos programáticos. Serão seguidas de resolução de exemplos práticos para consolidação dos conceitos. Dá-se especial relevo à interatividade registada durante as aulas.

Coerência das metodologias de ensino com os objetivos

A metodologia de ensino permite ao aluno acompanhar as bases teóricas que fundamentam a unidade curricular com a resolução de problemas relacionados com aplicações práticas reais. Dá-se especial relevo à interatividade registada durante as aulas recorrendo à apresentação de diapositivos e explanação das várias matérias.

Os trabalhos de pesquisa bibliográfica permitirão integrar os conhecimentos adquiridos e aplicá-los na resolução de problemas de engenharia.

Língua de ensino

Português

Pré-requisitos

Não aplicável

Programas Opcionais recomendados

Não aplicável

Observações

Docente responsável

Isabel Maria
Duarte Silva
Pinheiro
Nogueira



Assinado de forma
digital por Isabel
Maria Duarte Silva
Pinheiro Nogueira
Dados: 2020.11.25
22:09:59 Z
