

Metalurgia Mecânica Aplicada à Conformação de Chapas

30h – 2 créditos (Modalidade: Teórica)

I. EMENTA

Conceitos gerais relacionados ao comportamento mecânico de materiais metálicos, ensaio de tração, encruamento, deformação plástica em materiais metálicos e teoria das discordâncias, mecanismos de aumento de resistência dos metais, laminação de produtos planos, aspectos gerais de conformação de chapas, processos de conformação de chapas, ensaios simulativos e defeitos em peças estampadas.

II. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 *Comportamento Mecânico - Ensaio de Tração*

- 1.1 Conceito de tensão e deformação
- 1.2 Conceitos gerais de ensaio de tração: princípios, equipamentos, variáveis
- 1.3 Curva tensão - deformação convencional
- 1.4 Propriedades mecânicas: rigidez, resistência mecânica, ductilidade, resiliência, tenacidade

Unidade 2 *Comportamento Mecânico - Comportamento Real e Encruamento*

- 2.1 Curva tensão - deformação real obtida no ensaio de tração
- 2.2 Instabilidade na tração
- 2.3 Encruamento e taxa de encruamento
- 2.4 Descrição matemática da curva tensão - deformação real: equação de Hollomon, coeficiente de resistência e expoente de encruamento
- 2.5 Efeito da temperatura e da taxa de deformação no comportamento mecânico do material

Unidade 3 *Deformação Plástica e Teoria das Discordâncias*

- 3.1 Deformação por deslizamento de planos atômicos e por maclação.
- 3.2 Discordâncias: conceitos, tipos e características gerais.
- 3.3 Falha de empilhamento e deslizamento cruzado.
- 3.4 Interseção, degraus e fontes de discordâncias.
- 3.5 Discordâncias e encruamento nos materiais metálicos.

Unidade 4 *Mecanismos de Aumento de Resistência Mecânica dos Metais*

- 3.1 Endurecimento associado ao encruamento.
- 3.2 Endurecimento por refino de grão.
- 3.2 Endurecimento por solução sólida e envelhecimento.
- 3.3 Endurecimento por precipitação.

Unidade 5 *Laminação de Planos*

- 3.1 Conceitos gerais de laminação e de produtos laminados
- 3.2 Tipos de laminadores, suas aplicações e principais componentes
- 3.3 Relações geométricas na laminação de planos
- 3.4 Condições de agarramento, deformação e força de laminação

- 3.5 Propriedades e defeitos típicos de produtos planos laminados

Unidade 6 *Conformação de Chapas - Aspectos Gerais*

- 4.1 Definições fundamentais, classificação das operações e produtos
- 4.2 Anisotropia: conceito, textura cristalográfica e determinação dos coeficientes
- 4.3 de anisotropia normal, média e planar
- 4.4 Curvas limite de conformação CLC: conceito e aspectos práticos
- 4.5 Fenômeno de recuperação elástica

Unidade 7 *Conformação de Chapas*

- 5.1 Cisalhamento e Corte
- 5.2 Estiramento
- 5.3 Dobramento: características gerais da operação, geometria, deformação, esforços e ensaios de dobramento
- 5.4 Estampagem/embutimento profundo: características gerais, estados de tensão e deformação e fatores de influência.
- 5.5 Estampagem hidromecânica, estampagem incremental, estampagem de tailored blanks, ironing e estampagem a quente

Unidade 8 *Ensaio Simulativos e Defeitos em Peças Estampadas*

- 6.1 Ensaio Erichsen, Olsen, Swift, "Bulge-Test" e de Cinco Punções
- 6.2 Defeitos das peças estampadas