

CAPACITAÇÃO ABM

Portfólio de Cursos

Índice

01	AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS	4
	Aglomeração de Minérios de Ferro	5
02	CONFORMAÇÃO E PRODUTOS METÁLICOS	6
	Aços Avançados com Alta Resistência Mecânica para Aplicações Automotivas	7
	Calibração de Produtos Longos	8
	Construção de Modelos Matemáticos na Laminação	9
	Engenharia de Forjamento	10
	Estampagem dos Aços ao Carbono	11
	Fornos de Reaquecimento	12
	Fundamentos do Processo de Laminação	13
	Trefilação	15
	Trefilação do Cobre e suas Ligas	16
	Uso de Inteligência Artificial na Previsão de Propriedades Metalúrgicas de Produtos Siderúrgicos	17
03	ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE	19
	Gestão de Coprodutos e do Meio Ambiente na Indústria Siderúrgica	20
04	ENERGIA E UTILIDADES	21
	Combustão Industrial	22
	Eficiência Energética em Processos Industriais	24
	Introdução à Descarbonização na Siderurgia e Mineração	25
05	FUNDAMENTOS E PROCESSOS METALÚRGICOS	26
	Análise de Falhas – Módulo 1 – Fundamentos	27
	Análise de Falhas – Módulo 2 – Técnicas	28
	Análise de Falhas – Módulo 3 – Interpretação e Casos Práticos	29
	Análise Metalográfica	30
	Corrosão na Indústria: Mecanismos, Avaliação, Tratamento e Prevenção	31
	Diagramas de Equilíbrio do Sistema Fe-C: Fundamentos e Aplicações para Aços e Ferros Fundidos	32
	Ensaio de Tração e Dureza: Fundamentos Essenciais e Aplicações Práticas	33
	Ensaio dos Materiais	34
	Fadiga e Fratura de Materiais – Conceitos e Aplicação à Avaliação de Integridade de Componentes Mecânicos	36
	Fundamentos de Mecânica da Fratura e Aplicações à Integração Estrutural de Equipamentos e Componentes	37
	Introdução à Tecnologia de Soldagem	38
	Mecânica de Materiais Compostos	39
	Metalurgia da Soldagem	40

Metalurgia do Pó – Produtos Sinterizados e Manufatura Aditiva	41
Metalurgia Física e Mecânica Aplicada	42
Metalurgia Geral: Fundamentos Básicos e Aplicações	43
Siderurgia para Não Siderurgistas	44
Siderurgia uma Visão Geral	45
Soldagem dos Aços	46
Técnicas de Caracterização dos Metais, Ligas e Escórias	47
06 FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO	48
Aciaria para Aços Especiais	49
Desoxidação de Aços	50
Eletrodos de Grafite	51
Fabricação de Aços e Ligas de Níquel Fundidas em Fornos de Indução	52
Fundamentos de Escórias de Refino de Aços	53
Fundamentos do Lingotamento Contínuo e Solidificação dos Aços	54
Fundamentos sobre Inclusões Não Metálicas em Aços	55
Fundição do Cobre e suas Ligas	56
Lingotamento Contínuo de Aços – Módulo Placas e Módulo Blocos e Tarugos	57
Lingotamento Contínuo de Aços – Módulo Blocos e Tarugos	58
Lingotamento Contínuo de Aços – Módulo Placas	59
Operação de Fornos Elétricos a Arco	60
Pré-tratamento de Gusa	62
Refino Primário dos Aços – Convertedores a Oxigênio	63
Refino Secundário dos Aços – Fundamentos e Aspectos Operacionais Críticos	64
Refratários para Siderurgia – Módulo Redução e Módulo Aciaria	65
Refratários para Siderurgia – Módulo Aciaria	66
Refratários para Siderurgia – Módulo Redução	67
07 MANUTENÇÃO E ENGENHARIA DE PROJETOS	68
Inspeção em Vasos de Pressão e Caldeiras – NR13	69
08 MATERIAIS CERÂMICOS, COMPÓSITOS E POLIMÉRICOS	70
Materiais Compósitos Poliméricos: Fundamentos, Tecnologia e Aplicação	71
09 MINERAÇÃO	72
Britagem e Peneiramento	73
Introdução à Geometalurgia	74
Peneiramento	75
10 MOLDES, MATRIZES E FERRAMENTAS	76
Tratamentos Térmicos e Superficiais dos Aços	77



ÁREA DE CONHECIMENTO

Aglomeração de Minérios

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Aglomeração de Minérios

Aglomeração de Minérios de Ferro

 Carga horária · 16h

Objetivo

O presente curso de aglomeração de minérios de ferro foi elaborado por profissionais academicamente capacitados e experientes nas artes de processamento de minérios e extração do metal ferro. Apresenta uma síntese, com alto conteúdo tecnológico, dos temas ligados à geologia e geometalurgia, à sinterização e pelletização, bem como à aglomeração a frio de minérios de ferro. Ênfase especial é dada aos aspectos conceituais e à evolução tecnológica desses processamentos siderúrgicos. São destacadas as propriedades dos minérios e aglomerados e evidenciado o seu comportamento, quando utilizados nos altos-fornos e nos reatores de redução direta.

Programa

- 1 Minério de ferro e Geometalurgia
- 2 Sinterização de Minérios de Ferro
- 3 Pelotização de Minérios de Ferro
- 4 Aglomeração a frio



ÁREA DE CONHECIMENTO

Conformação e Produtos Metálicos

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Conformação e Produtos Metálicos

Aços Avançados com Alta Resistência Mecânica para Aplicações Automotivas

 Carga horária · 16h

Objetivo

Apresentar os novos aços avançados com alta resistência mecânica (dual phase, TRIP, Complex Phase, TWIP, entre outros) que estão sendo introduzidos na indústria automotiva, seus processos de fabricação, fundamentos metalúrgicos, diretrizes e exemplos práticos de sua aplicação

Programa

1 Introdução

- 1.1 Histórico
- 1.2 Motivações para o uso de aços avançados com alta resistência mecânica (advanced high strength steels, AHSS)

2 Fundamentos dos Processos de Produção dos Aços AHSS

- 2.1 Laminação a quente
 - 2.1.1 Laminação de chapas grossas
 - 2.1.2 Laminação de tiras a quente
- 2.2 Laminação a frio
 - 2.2.1 Recozimento: em caixa, contínuo

3 Especificações e Ensaio para Controle de Qualidade

- 3.1 Tração
- 3.2 Impacto
- 3.3 Dureza
- 3.4 Dobramento
- 3.5 Estampabilidade

4 Tipos de Aços

- 4.1 Aço carbono-manganês (C-Mn)
- 4.2 Aços-mola
- 4.3 Corda de piano
- 4.4 Avançados com alta resistência mecânica
 - 4.4.1 Alta resistência e baixa liga (ARBL)
 - 4.4.2 Bifásico (dual phase)

- 4.4.3 Ferrítico-bainítico
- 4.4.4 TRIP (plasticidade induzida por transformação)
- 4.4.5 Fase complexa (complex phase)
- 4.4.6 Bainítico
- 4.4.7 Martensítico
- 4.4.8 Com grão ultrafino
- 4.4.9 TWIP (plasticidade induzida por maclação)
- 4.4.10 Bake hardening
- 4.4.11 Livre de intersticiais (IF) e Livre de intersticiais com alta resistência
- 4.4.12 Isotrópico
- 4.4.13 Ultra-alta resistência mecânica (UHSS)

5 Mecanismos de Endurecimento

- 5.1 Tamanho de grão
- 5.2 Mistura de fases
- 5.3 Precipitação
- 5.4 Microestrutura bifásica
- 5.5 Equações empíricas

6 Aplicações

- 6.1 Diretrizes para a adaptação dos projetos de peças aos novos tipos de aço
- 6.2 Exemplos escolhidos
 - 6.2.1 Hidroconformação
 - 6.2.2 Estampagem a quente
 - 6.2.3 Rodas
 - 6.2.4 Longarinas
 - 6.2.5 Tanques de combustível

Conformação e Produtos Metálicos

Calibração de Produtos Longos

 Carga horária · 50h

Objetivo

Capacitar profissionais de laminação de longos a desenvolver, analisar e melhorar calibrações de barras e perfis.

Programa

- 1 Princípios básicos de laminação;
- 2 Cálculo de alargamento;
- 3 Cálculo da largura comum pelo método de Lendl;
- 4 Fatores de correção do alargamento para barras;
- 5 Cálculo de temperatura, força e potência;
- 6 Calibração de barras redondas;
- 7 Calibração de barras quadradas;
- 8 Calibração de barras chatas;
- 9 Calibração de vergalhão slitting;
- 10 Calibração de fio-máquina;
- 11 Calibração de hexágonos;
- 12 Laminadores especiais;
- 13 Calibração de cantoneiras e fatores de alargamento;
- 14 Calibração de perfis I – H – U - T;
- 15 Calibração de trilhos;
- 16 Perfis especiais;
- 17 Calibrações para tandem mill;
- 18 Simulação por elementos finitos;
- 19 Laminador piloto;
- 20 Projeto de cilindros;
- 21 Layout de laminadores;
- 22 Sistema de guiagem;
- 23 Cilindros de laminação;
- 24 Defeito de laminados;
- 25 Exibição de vídeos sobre laminadores.

Conformação e Produtos Metálicos

Construção de Modelos Matemáticos na Laminação

 Carga horária · 16h

Objetivo

Fornecer aos participantes conceitos de laminação e uma metodologia de construção de modelos microestruturais na laminação a quente de aços em Planilha Eletrônica do tipo Excel ou similares em nuvem, para previsão de propriedades mecânicas, microestrutura, tamanho de grão e força de laminação em aços planos e também para aços longos.

Programa

1 Conceitos Gerais Sobre Processos de Laminação

- 1.1 Características dos processos primários de fabricação dos materiais;
- 1.2 Efeitos da composição química e deformação nas propriedades mecânicas. Influência da temperatura e dos processos de fabricação na microestrutura dos materiais;
- 1.3 Influência da deformação e taxa de deformação na tensão de escoamento.

2 Recuperação, Recristalização e Crescimento de Grão

- 2.1 As variáveis envolvidas nas equações dos processos de Recristalização;
- 2.2 Recuperação e recristalização estática e dinâmica;
- 2.3 Conceitos de deformação crítica e de pico para diferentes aços
- 2.4 Deformação acumulada (encruamento);
- 2.5 Fatores que afetam a redução crítica de recristalização.

3 Modelos Matemáticos Recristalização e Tamanho de Grão

- 3.1 Cálculos de fração de recristalização e encruamento entre passes de laminação;
- 3.2 Cálculos de tamanho de grão da austenita (crescimento e recristalização do grão);
- 3.3 Determinação do tamanho de grão da Ferrita (ao final da laminação);
- 3.4 Efeito do teor de Nióbio na deformação crítica e efeito da precipitação de carbonetos na evolução do crescimento de grão para aços com alto teor de Nióbio.

4 Modelos Matemáticos de Tensão de Escoamento, Força de Laminação e Cálculo Propriedades Mecânicas

- 4.1 Cálculo da tensão de escoamento média durante a laminação pela equação de Misaka e suas atualizações para aços C-Mn, microligado e com alto teor de Nióbio;
- 4.2 Cálculo do limite de escoamento e limite de resistência após finalizada a laminação.

5 Construção Global de Modelos Matemáticos na Laminação a Quente de Aços Planos em Planilha Eletrônica

- 5.1 Com a utilização das equações abordadas nos itens anteriores do curso, será feita a construção e aplicação de modelos matemáticos aplicados à laminação de planos e métodos de cálculo de esforços na laminação, microestrutura e propriedades mecânicas e metalúrgicas, utilizando planilha eletrônica.

6 Construção Global de Modelos Matemáticos na Laminação a Quente de Aços Longos em Planilha Eletrônica

- 6.1 Cálculo da deformação aplicado a laminação de longos;
- 6.2 Cálculo de temperatura entre passes;
- 6.3 Construção e adaptações nas equações do modelo microestrutural para a laminação de longos;
- 6.4 Construção e aplicação de modelos matemáticos aplicados à laminação de longos e métodos de cálculo de esforços na laminação, microestrutura e propriedades mecânicas e metalúrgicas, utilizando planilha eletrônica.

Conformação e Produtos Metálicos

Engenharia de Forjamento

 Carga horária · 32h

Objetivo

Fornecer a engenheiros e técnicos uma formação básica, com informações teóricas e práticas, sobre o processo de forjamento. Capacitar empresas e seus colaboradores na análise dos principais aspectos técnicos de interesse da indústria de forjaria

Programa

- 1 Conceitos de conformação plástica
- 2 Aplicação de produtos forjados
- 3 Processo de forjamento
- 4 Forjamento em matriz aberta e fechada
- 5 Características dos equipamentos de forjamento
- 6 Considerações iniciais do projeto de forjados
- 7 Principais aspectos da metalurgia do forjamento
- 8 Escoamento de metal durante forjamento
- 9 Defeitos de produtos forjados
- 10 Cálculo de força ou energia de forjamento (Métodos empíricos, analíticos e numéricos)
- 11 Simulação por elementos finitos
- 12 Projeto dos forjados e suas tolerâncias
- 13 Planejamento de processo de forjamento
- 14 Projeto de matrizes de preparação ou pré-forma
- 15 Exemplos práticos de projetos de ferramentas
- 16 Projeto de ferramentas de rebarbação e de furação
- 17 Palestra técnica: Aços Ferramenta para Trabalho a Quente
- 18 Vida e falha de ferramentas de forjamento
- 19 Correlação entre as variáveis de forjamento e vida de matriz
- 20 Tecnologia de fabricação de ferramentas
- 21 Exemplos práticos de análise de falha de ferramentas
- 22 Conceitos de gerenciamento de vida de ferramentas
- 23 Palestra técnica: Aços Especiais para Forjamento

Conformação e Produtos Metálicos

Estampagem dos Aços ao Carbono

 Carga horária · 16h

Objetivo

Dar noções dos mecanismos de deformação plástica. Descrever os ensaios mecânicos nas chapas de aço e sua correlação com a estampabilidade. Fatores que afetam a estampagem: processo, lubrificação, prensa e ferramenta. Análise de deformações via CLC. Análise de casos trazidos pelos participantes

Programa

Parte I

- 1 Fatores que Influem na Estampagem
- 2 Tensões Atuantes
- 3 Composição Química e Propriedades Mecânicas de Chapas para Estampagem
- 4 Estágios do Processo de Fabricação
- 5 Microestruturas Características
- 6 Tipos de Equipamentos e seu Efeito sobre a Microestrutura
- 7 Parâmetros: n , r e Δr
- 8 Noções Básicas de Textura e Efeitos do Processo
- 9 Ensaios Característicos de Chapas
- 10 Interdependência entre Variáveis do Processo e os Parâmetros n , r e Δr
- 11 Curva Limite de Conformação: Conceito e Aspectos Práticos
- 12 Textura e a Função de Orientação Cristalina
- 13 Aplicação da Análise por Elementos Finitos (FEA) na Estampagem
- 14 Novas Tendências de Aços para Estampagem

Parte II

- 1 Conceito do Sistema de Estampagem
- 2 Operações básicas de Estampagem
 - 2.1 Cortar
 - 2.2 Dobrar
 - 2.3 Estampar

3 Pressas

- 3.1 Hidráulicas
- 3.2 Mecânicas
- 3.3 Transfer
- 3.4 Fine blanking
- 3.5 Hidroconformação

4 Ferramentas

- 4.1 Cortar
- 4.2 Dobrar
- 4.3 Repuxar
- 4.4 Fine blanking
- 4.5 Hidroconformação

5 Tipos de Blanks

- 5.1 Tailored blanks
- 5.2 Patchwork
- 5.3 Tubos
- 5.4 Hot stamping

6 Lubrificantes para Conformação

7 Qualidade dos Estampados

- 7.1 Defeitos de forma
- 7.2 Defeitos de superfície
- 7.3 Fatores que afetam a estampagem

8 Simulação de Estampagem e Análise de Conformabilidade

- 8.1 Softwares de simulação de estampagem
- 8.2 Gravação de blanks
- 8.3 Curva limite de conformação
- 8.4 Método de análise de deformações

9 Análise de casos práticos

Conformação e Produtos Metálicos

Fornos de Reaquecimento

 Carga horária · 28h

Objetivo

Difundir conhecimentos básicos e avançados sobre o processo de reaquecimento de semiprodutos, com o objetivo de racionalizar o consumo de combustíveis, otimizar os procedimentos operacionais, garantir uma melhor qualidade do produto, adequar os padrões operacionais às características intrínsecas do material, garantir uma operação estável e suave dos fornos, diminuir as paradas e/ou acelerações ocasionais em função do ritmo da linha de laminação e controlar adequadamente a temperatura de desenformamento e a homogeneidade térmica do material, garantindo assim a eficiência operacional dos fornos

Programa

Módulo I - Tecnologia Operacional

- 1 Introdução
- 2 Condições necessárias para um bom funcionamento dos fornos
- 3 Tipos de fornos de reaquecimento
- 4 Comparação de eficiência
- 5 Combustíveis, características e propriedades
- 6 Aspectos importantes na queima dos combustíveis
- 7 Temperatura de chama
- 8 Combustão
- 9 Controle do ambiente do forno
- 10 Ajuste da pressão dos fornos
- 11 Carepa, formação e ocorrência no produto
- 12 Componentes de um forno
- 13 Recuperadores
- 14 Canais de fumaça
- 15 Chaminé
- 16 Queimadores
- 17 Queimadores de chama larga
 - 17.1 Sistema de armazenamento de óleo
 - 17.2 Estação misturadora de gases
 - 17.3 Termopares
 - 17.4 Considerações sobre fixação de temperatura
 - 17.5 Técnicas para redução do consumo de energia
 - 17.6 Novas tecnologias

18 Sistema On-Off de Queima Sequencial

- 19 Relacionamento entre parâmetros do aquecimento e propriedades mecânicas
 - 19.1 Parâmetros de controle operacional

Módulo II - Modelos matemáticos de otimização e cálculo do balanço térmico

- 1 Modelos matemáticos do processo
- 2 Método das diferenças finitas (integração explícita)
- 3 Equação básica de condução de calor
- 4 Condições de contorno
- 5 Avaliação da "Marca de skid"
- 6 Condição de estabilidade
- 7 Simulação numérica do aquecimento
 - 7.1 Implementação do método numérico
 - 7.2 Medição experimental da temperatura da placa
 - 7.3 Modelos alternativos
 - 7.4 Método explícito, com utilização do calor específico
 - 7.5 Método "Alternating Direction Implicit"
- 8 Modelo unidimensional (simplificado)
 - 8.1 Considerações sobre controle automático do processo
 - 8.2 Balanço térmico dos fornos
 - 8.3 Cálculo do calor de entrada
 - 8.4 Cálculo do calor de saída
 - 8.5 Exemplo de aplicação
 - 8.6 Cálculo do calor recuperado através do preaquecimento do ar

Conformação e Produtos Metálicos

Fundamentos do Processo de Laminação

 Carga horária · 32h

Objetivo

Propiciar aos envolvidos na fabricação de produtos laminados de aço um maior embasamento sobre os principais aspectos dos fundamentos de caráter físico e metalúrgico que regem seus processos, bem como os principais tipos de equipamentos e processos utilizados. Estas informações e dados permitirão não apenas uma atualização de conhecimentos, mas também uma revisão deles, propiciando condições para aperfeiçoamento dos processos produtivos, desenvolvimento de novos produtos e estabilidade operacional.

Programa

1 Introdução ao Processo

- 1.1 Classificação dos processos de fabricação
- 1.2 Processo de conformação por laminação
- 1.3 Classificação dos produtos laminados

2 Tipos de Laminadores e suas Aplicações

- 2.1 Critérios para classificação dos laminadores
- 2.2 Programa de produção
- 2.3 Tipo de produtos
- 2.4 Tipo de cadeiras
- 2.5 Disposição das cadeiras
- 2.6 Temperatura de trabalho

3 Principais Componentes de um Laminador

- 3.1 Tipos de cadeira ou gaiola de laminação
- 3.2 Componentes de acionamento das cadeiras
- 3.3 Mancais de laminação
- 3.4 Cilindros de laminação e sua refrigeração
- 3.5 Dispositivos de regulagem e balanceamento dos cilindros de laminação

4 Força de Laminação

- 4.1 Principais fatores que afetam a carga de laminação
- 4.2 Cedagem e luz/gap de laminação

5 Condições de Agarramento do Esboço pelos Cilindros

- 5.1 Principais fatores que afetam o agarramento no processo de laminação

- 5.2 Problemas operacionais relacionados com o agarramento no processo de laminação

6 Relações Geométricas na Laminação

- 6.1 Região de deformação
- 6.2 Coeficientes de deformação
- 6.3 Arco de contato
- 6.4 Ângulo de mordida
- 6.5 Condições de mordida e de arraste
- 6.6 Ângulo neutro e plano neutro
- 6.7 Deslizamento
- 6.8 Alargamento na laminação

7 Carga, Torque e Potência de Laminação

- 7.1 Fatores que afetam a resistência do material à deformação
- 7.2 Determinação da carga de laminação
- 7.3 Torque e potência

8 Atrito e Lubrificação na Laminação

- 8.1 Introdução
- 8.2 Características das forças de atrito
- 8.3 Valores indicativos do coeficiente de atrito
- 8.4 Lubrificação
- 8.5 Características de um lubrificante ideal
- 8.6 Tipos de lubrificantes mais comuns
- 8.7 Exemplo de aplicação

Conformação e Produtos Metálicos

Fundamentos do Processo de Laminação (continuação)

Programa

9 Cilindros de Laminação

- 9.1 Introdução
- 9.2 Propriedades dos cilindros
- 9.3 Materiais e processos de fabricação de cilindros de laminação

10 Preparação do Material Inicial para Laminação

- 10.1 Noções de inspeção da matéria-prima do material inicial para laminação
- 10.2 Operações de corte e correção de defeitos da matéria-prima do material inicial para laminação

11 Aquecimento Inicial

- 11.1 Fornos-poço
- 11.2 Fornos de reaquecimento
- 11.3 Tipos de combustíveis utilizados
- 11.4 Principais parâmetros de controle do aquecimento dos fornos

12 Transformações de Fases nos Aços

- 12.1 Definições relativas a fases e construção e interpretação de diagramas de fases

- 12.2 Distribuição de elementos de liga no aquecimento e resfriamento dos aços
- 12.3 Efeito das taxas e tempos de aquecimento na formação de fases e microestruturas

13 Mecanismos de Deformação, Endurecimento e Amaciamento dos Metais e suas Ligas

- 13.1 Tipos de deformação dos materiais
- 13.2 Mecanismos de deformação plástica dos metais
- 13.3 Principais mecanismos de endurecimento
- 13.4 Efeitos do encruamento
- 13.5 Amaciamento de metais e ligas metálicas
- 13.6 Influência da taxa de deformação na resistência à deformação

14 Processamento Termomecânico

- 14.1 Tratamentos termomecânicos
- 14.2 Laminação controlada
- 14.3 Outros tratamentos termomecânicos

Conformação e Produtos Metálicos

Trefilação

 Carga horária · 24h

Objetivo

Apresentar os principais aspectos teóricos e práticos relacionados com o processo de trefilação.

Programa

1 Introdução

- 1.1 Histórico
- 1.2 Conceito

2 Tipos de Máquinas

- 2.1 Sem acumulação
- 2.2 Com acumulação
- 2.3 Por deslizamento
- 2.4 Por tipo de lubrificação

3 Cálculos Envolvidos

- 3.1 Redução aritmética e logarítmica
- 3.2 Análise cinemática de passes sucessivos
- 3.3 Determinação do escorregamento
- 3.4 Redução básica dos equipamentos
- 3.5 Redução máxima por passe
- 3.6 Determinação do plano de passes
- 3.7 Força de trefilação

4 Etapas da Trefilação

- 4.1 Manuseio da matéria-prima (MP)

- 4.2 Preparação da MP

5 Decapagem Química

6 Decapagem Mecânica

- 6.1 Abastecimento da máquina
- 6.2 Soldagem da MP
- 6.3 Ferramental

7 Fieiras

8 Cassetes

- 8.1 Lubrificação
- 8.2 Importância do resfriamento
- 8.3 Endireitamento do material
- 8.4 Tipos de bobinadores
- 8.5 Tipos de quebras
- 8.6 Principais ensaios mecânicos
- 8.7 Estimativas de produção
- 8.8 Produção horária (PPH)
- 8.9 Produção teórica dos equipamentos

9 Exercícios

Conformação e Produtos Metálicos

Trefilação do Cobre e suas Ligas

 Carga horária · 24h

Objetivo

Discutir os conceitos fundamentais e tecnológicos relativos à trefilação de cobre e suas ligas. Apresentará também os aspectos fundamentais da trefilação, com especial ênfase aos tipos de equipamentos, variáveis de processo, sistemas de lubrificação e tratamentos térmicos. O curso aborda os fundamentos teóricos que norteiam a trefilação, bem como serão propostos exercícios numéricos com o objetivo de simular condições encontradas na prática. Serão, também, apresentados os principais defeitos oriundos dos processos de trefilação, bem como formas de minimizá-los

Programa

- 1 Produtos Trefilados de Cobre (formatos, propriedades, aplicações)
- 2 Histórico da Trefilação
- 3 Variáveis de Processo
- 4 Esforços e Mecanismos Atuantes Durante a Deformação
- 5 Ferramental
- 6 Lubrificação
- 7 Tratamentos Térmicos
- 8 Equipamentos
- 9 Defeitos e Formas de Minimizá-los
- 10 Exercícios Numéricos (estudos de caso e planejamento de processos)

Conformação e Produtos Metálicos

Uso de Inteligência Artificial na Previsão de Propriedades Metalúrgicas de Produtos Siderúrgicos

 Carga horária · 10h

Objetivo

Prover aos alunos conhecimentos gerais sobre os desafios do modelamento das propriedades metalúrgicas de produtos siderúrgicos através de técnicas de inteligência artificial. Apresentar o estado da arte da tecnologia de inteligência artificial, bem como seus conceitos básicos. Discutir conceitos relacionados à tomada de decisões orientada por dados (data-driven). Explorar o modelamento de um caso real através de Auto Machine Learning. Comparar os resultados obtidos com diferentes tecnologias a partir de um mesmo conjunto de dados. Discutir o mercado de trabalho atual e as demandas por qualificação em tecnologias preditivas.

Programa

1 Introdução: A Modelagem de Processos Industriais com o Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial

- 1.1 Uso de IA em processos siderúrgicos
- 1.2 Ferramentas de IA para previsão de propriedades metalúrgicas de produtos laminados

2 Data Driven: O que é?

- 2.1 Cenários e tecnologias
- 2.2 Os dados
- 2.3 Análises vs. relatórios
- 2.4 Profissionais envolvidos
- 2.5 Maturidade
- 2.6 Como é uma organização data-driven?

3 Revisão Bibliográfica

- 3.1 Inteligência artificial: origem, principais tecnologias
- 3.2 Redes neurais artificiais

4 Metodologia

- 4.1 Obtenção/características do banco de dados
- 4.2 Tratamento do banco de dados
- 4.3 Desenvolvimento do modelo em redes neurais artificiais

4.4 Tamanho da camada oculta

5 Desenvolvimento de Modelos para Previsão de Propriedades Mecânicas de Aços HSLA em Laminador de Perfis Estruturais: Resultados e Discussões

- 5.1 Variáveis escolhidas para modelamento
- 5.2 Gráficos de dispersão: limite de resistência
- 5.3 Metodologia para modelamento: desenvolvimento do modelo no AutoML (Auto Machine Learning)
- 5.4 O que é o AutoML
- 5.5 O uso do DataRobot como AutoML
- 5.6 Modelos construídos: geral vs. customizado, conforme validação estatística e metalúrgica
- 5.7 Desenvolvimento dos modelos na plataforma de AutoML DataRobot: blueprint, competição entre modelos, teste e análise de sensibilidade, associação de características, dependência parcial, impacto das variáveis de entrada, análise de resíduos
- 5.8 Simulação das propriedades mecânicas nas faixas de validade: validação metalúrgica

Conformação e Produtos Metálicos

Uso de Inteligência Artificial na Previsão de Propriedades Metalúrgicas de Produtos Siderúrgicos (continuação)

Programa

6 Aplicação e Demonstração Prática da Plataforma de AutoML DataRobot

- 6.1 Conceito de AutoML
- 6.2 Posicionamento do software DataRobot no mercado
- 6.3 Funcionamento do software
- 6.4 Entrada de dados
- 6.5 Configuração avançada de modelagem
- 6.6 Diferenças das três formas de se modelar (Autopilot, Quick e Comprehensive)

6.7 Análise descritiva e criação de subconjunto de dados

6.8 Interpretação dos modelos gerados

6.9 Formas de melhorias na modelagem

6.10 Escoragem de bases

6.11 Monitoramento dos modelos

7 Indústria 4.0

8 Profissional 4.0

9 Conclusões

10 Referências Bibliográficas



ÁREA DE CONHECIMENTO

Economia Circular e Sustentabilidade

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Economia Circular e Sustentabilidade

Gestão de Coprodutos e do Meio Ambiente na Indústria Siderúrgica

Carga horária · 32h

Objetivo

Treinar os profissionais que atuam ou desejam atuar na área de gestão e processamento de coprodutos na indústria siderúrgica. Este curso servirá também como ferramenta básica aos profissionais que desejam aprofundar seus conhecimentos nas técnicas de processamento de coprodutos e resíduos sólidos.

Programa

1 O Processo Siderúrgico

- 1.1 Visão geral dos processos siderúrgicos
- 1.2 Redução de minério de ferro em altos-fornos
- 1.3 Outros processos de redução do minério de ferro (redução direta e processos emergentes)
- 1.4 Fabricação de aço em conversor a oxigênio
- 1.5 Fabricação de aços em fornos elétricos
- 1.6 Refino secundário dos aços
- 1.7 Lingotamento contínuo de placas e tarugos
- 1.8 Laminação de produtos planos e não planos

2 Gestão Ambiental na Siderurgia

- 2.1 Meio Ambiente: Conceitos Básicos
- 2.2 Questões Ambientais Globais e a Siderurgia
- 2.3 Gestão Ambiental na Siderurgia
- 2.4 A Siderurgia e a Economia Circular
- 2.5 O impacto das emissões gasosas, dos efluentes líquidos, do consumo de água e energia e da geração de resíduos sólidos
- 2.6 Mecanismos e procedimentos de controle ambiental
- 2.7 Indicadores ambientais
- 2.8 Legislação ambiental aplicada à indústria siderúrgica

3 Gestão e Processamento de Coprodutos e Resíduos Sólidos

- 3.1 Definição de resíduos sólidos
- 3.2 Classificação dos resíduos sólidos – Norma ABNT NBR 10004:2004 – Norma sendo revisada para 2023
- 3.3 Gestão dos resíduos sólidos
- 3.4 Geração de resíduos sólidos de processo na indústria siderúrgica (aspectos qualitativos e quantitativos)

3.5 Gerenciamento de Resíduos Sólidos – Norma ABNT em elaboração

3.6 Resíduos sólidos x coprodutos

3.7 Armazenamento dos resíduos sólidos

3.8 Caracterização dos resíduos sólidos (análise química e mineralógica)

3.9 Equipamentos para manuseio e processamento de coprodutos e resíduos sólidos

3.10 Processamento e aplicações de escórias siderúrgicas

3.11 Processamento e aplicações de resíduos sólidos portadores de ferro e carbono

3.12 Processamento e aplicações de resíduos refratários

3.13 Limitações para a utilização de coprodutos devido a elementos perniciosos contidos

3.14 Balanço de massa e controle de coprodutos e resíduos sólidos na indústria siderúrgica

3.15 Aplicações consagradas para os coprodutos (visão global)

4 Tecnologias Avançadas de Processamento de Coprodutos na Indústria Siderúrgica

4.1 Mecanismos de Aglomeração

4.2 Processos de Aglomeração de Coprodutos

4.3 Processos de Tratamento de Escórias

4.4 Siderúrgicas

4.5 Tecnologias Emergentes

4.6 Recomendações para Implantação de uma Usina Siderúrgica

4.7 Processos de Redução e Fusão de Coprodutos

4.8 Princípios da Autorredução

4.9 Processos de Autorredução de Coprodutos

4.10 Tecnologias Emergentes



ÁREA DE CONHECIMENTO

Energia e Utilidades

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Energia e Utilidades

Combustão Industrial

 Carga horária · 24h

Objetivo

Apresentar e discutir conceitos em combustão e suas aplicações em problemas reais.

Programa

1 Introdução e Conservação da Massa

- 1.1 Princípios de combustão
- 1.2 Tipos de combustíveis
- 1.3 Composição de combustíveis
- 1.4 Cálculos estequiométricos
- 1.5 Relação ar/combustível

2 Limites de Inflamabilidade

- 2.1 Conceitos básicos de explosões de misturas gasosas
- 2.2 Aspectos de segurança
- 2.3 Métodos experimentais de medição
- 2.4 Exercício: cálculo das massas mínima e máxima de um combustível para formar misturas inflamáveis com ar

3 Gases de Combustão

- 3.1 Determinação da composição dos gases de combustão
- 3.2 Cálculo da composição de um combustível a partir da análise dos gases
- 3.3 Determinação do excesso de ar
- 3.4 Influência do ar falso na medida
- 3.5 Uso de resultado de analisadores de gás

4 Conservação da Energia

- 4.1 Cálculo da temperatura de chama adiabática
- 4.2 Eficiência de combustão
- 4.3 Recuperação de calor
- 4.4 Noções sobre enriquecimento do ar com oxigênio puro

4.5 Estabilidade da combustão

- 4.6 Noções de equilíbrio químico
- 4.7 Noções de cinética química
- 4.8 Formação de poluentes
- 4.9 Exercícios: cálculos, com planilhas Excel e com o aplicativo Gaseq, da composição dos gases de combustão, temperatura de chama adiabática e ar de excesso; uso de resultados de analisadores de gás; cálculo do volume de uma câmara de combustão

5 Combustão de Gases

- 5.1 Velocidade de chama
- 5.2 Teoria de Mallard e Le Chatelier
- 5.3 Métodos de medida de velocidade de chama
- 5.4 Estabilização de uma chama pré-misturada em um bico de Bunsen
- 5.5 Chamas de difusão tipo jato
- 5.6 Conceitos sobre jatos de gás
- 5.7 Perfis de concentração e velocidade em um jato de gás
- 5.8 Comprimento visível de chamas turbulentas
- 5.9 Limites de extinção de chamas de difusão
- 5.10 Chamas múltiplas
- 5.11 Chamas confinadas
- 5.12 Exercício: estudo sobre a troca de COG por SCG em equipamento industrial

6 Combustão de Líquidos

- 6.1 Lei D2
- 6.2 Evaporação de uma gota

Energia e Utilidades

Combustão Industrial (continuação)

Programa

6.3 Constante de evaporação

6.4 Tempo de queima

6.5 Sprays

6.6 Diâmetro médio de Sauter

6.7 Atomizadores

7 Combustão de Sólidos

7.1 Queima via pulverização

7.2 Hipóteses para solução

7.3 Reações e equações para a fase sólida

7.4 Reações e equações para a fase gasosa

8 Estabilização de Chamas

8.1 Efeitos da vazão de bloqueio na distribuição axial

8.2 Combustão em zonas de recirculação

8.3 Estabilização de chamas por rotação (swirl)

8.4 Jatos rotativos

8.5 Recirculação em escoamentos com swirl

8.6 Características dos vórtices

8.7 O número de swirl

8.8 Métodos de geração de swirl

8.9 Exercício: projeto de um atomizador tipo Y

9 Introdução ao Uso de Biocombustíveis

9.1 Tipos de biocombustíveis

9.2 Principais formas de produção

9.3 Motivação para uso de biocombustíveis

9.4 Tipos de créditos de carbono

9.5 Exemplo: aplicação de hidrogênio e biometano em indústrias

Energia e Utilidades

Eficiência Energética em Processos Industriais

 Carga horária · 30h

Objetivo

O conteúdo programático aborda vários temas relacionados à energia e utilidades com docentes especialistas no assunto e muita vivência em campo.

Programa

- 1 Introdução à Energia
- 2 Gestão de Energia – ISO 50001
- 3 Automação Aplicada na Eficiência Energética
- 4 Combustão Industrial
- 5 Ar Comprimido
- 6 Sistemas de Resfriamento
- 7 Geração de Vapor, Recuperação de Calor e Cogeração
- 8 Descarbonização

Energia e Utilidades

Introdução à Descarbonização na Siderurgia e Mineração

 Carga horária · 20h

Objetivo

Nivelar conteúdo relativo ao processo de descarbonização das operações integradas de produção de aço envolvendo a mensuração de impactos, alavancas de mitigação e oportunidades de negócios.

Programa

1 Visão Geral da Descarbonização

- 1.1 Resoluções da ONU (mudanças climáticas)
- 1.2 Introdução à Siderurgia: overview de Sinterização, Altos-Fornos e FEA com foco na descarbonização; comparativos das rotas de produção de aço atuais
- 1.3 Inventário de emissões: avaliação do impacto de carbono
- 1.4 Visão geral: introdução e contexto com as resoluções da ONU (mudanças climáticas)
- 1.5 Aula magna

2 Alavancas de Mitigação

- 2.1 Sinterização: possíveis alternativas em mapeamento
- 2.2 Altos-Fornos: possíveis alternativas em mapeamento
- 2.3 Processos/rotas alternativos para produção de aço com foco na redução da emissão de CO₂
- 2.4 Aula magna

3 Modelos de Negócios

- 3.1 Parcerias e sinergias estratégicas com foco em alavancar a descarbonização dos setores produtivos
- 3.2 Potenciais alavancas de negócios para descarbonização
- 3.3 Framework para estruturação dos modelos de negócios
- 3.4 Estruturação de NDA e MoU para consolidação de modelos de negócios
- 3.5 Exemplos de modelos de negócios em descarbonização



ÁREA DE CONHECIMENTO

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Análise de Falhas – Módulo 1 – Fundamentos

 Carga horária · 24h

Objetivo

Permitir aos participantes da cadeia Metal-Mecânica aprofundar o conhecimento acerca dos mecanismos mecânicos que levam à falha ou à fratura dos materiais, especialmente metais. Descrever e alinhar os aspectos fundamentais da análise documental, visual, macro e microfractográfica associados à falha assim como a necessidade e aplicabilidade de ferramentas de análise metalúrgica, mecânica e gerencial para extrair as causas raiz da falha consolidadas em laudos estruturados.

Programa

1 Teoria Fundamental para a Análise de Falhas e Fraturas

- 1.1 Introdução sobre falhas
- 1.2 Critérios de Falha Mecânica: Tresca, Mohr, Coulomb-Mohr e Mohr Modificado
- 1.3 Apresentação da Mecânica de Fratura Linear Elástica (MFLE)
- 1.4 Apresentação da Mecânica de Fratura Elasto-Plástica (MFEP)
- 1.5 Análise da Fadiga: controle de tensão versus controle por deformação
- 1.6 Análise da Fadiga: propagação de trincas
- 1.7 Mecanismos de degradação: fluência e corrosão.

2 Avaliação Visual das Falhas

- 2.1 Introdução
- 2.2 Falhas por flambagem elástica
- 2.3 Falhas por colapso plástico
- 2.4 Falhas com presença de fratura: macrofractografia e microfractografia
- 2.5 Avaliação de fraturas monotônicas
- 2.6 Avaliação de fraturas por fadiga
- 2.7 Avaliação de fraturas por outros mecanismos

3 Ferramentas para análise Experimental

- 3.1 Primeiros passos para a realização de uma análise de falhas
- 3.2 Análise das amostras: amostragem, armazenamento, registro
- 3.3 Cuidados no registro e na manipulação de amostras e sua preparação
- 3.4 Representatividade dos resultados
- 3.5 Execução de ensaios e testes: particularidades
- 3.6 Exemplos de ensaios realizados na prática
- 3.7 Importância e uso de Análises metalográficas
- 3.8 Importância e uso da microscopia eletrônica
- 3.9 Importância e uso de Análises destrutivas e Análises químicas
- 3.10 Importância e uso de Análises não destrutivas

4 Constituição de um laudo (relatório) Exemplos de casos

- 4.1 Ênfase, objetivo e necessidade de utilização das técnicas
- 4.2 Fundamentos da Confiabilidade
- 4.3 Usos de ferramentas da qualidade (MASP, PDCA, FMEA, etc.)
- 4.4 Exemplos de casos do(s) instrutor(es)
- 4.5 Exemplos de casos dos participantes

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Análise de Falhas – Módulo 2 – Técnicas

 Carga horária · 20h

Objetivo

Permitir aos participantes da cadeia Metal-Mecânica usar conhecimentos de análise estrutural (clássica e da Mecânica da Fratura), procedimentos de análise experimental (análise química, ensaios não destrutivos e destrutivos) para descrever os mecanismos mecânicos (estáticos e dinâmicos) que levam à falha ou à fratura dos materiais, especialmente metais. Descrever, exercitar e aplicar conhecimentos fundamentais da análise documental, visual, macro e microfractográfica associados à falha assim como os resultados de ferramentas de análise metalúrgica, mecânica e gerencial para extrair as causas raiz da falha consolidadas em laudos estruturados.

Programa

1 Uso da Análise Visual das Falhas

- 1.1 Vínculo entre as condições de carregamento e geometrias das falhas/trincas/fraturas
- 1.2 Uso das informações a nível macroscópico
- 1.3 Uso das informações a nível microscópico
- 1.4 Integração com as ferramentas da qualidade (MASP, PDCA, FMEA, etc.)

2 Uso da Análise Mecânica na Resolução de Análise de Falhas

- 2.1 Aplicação de critérios de falhas por escoamento
- 2.2 Aplicação de critérios de falhas por fratura (MFLE)
- 2.3 Aplicação de critérios de falhas por fratura (MFEP)
- 2.4 Usando a presença de trincas para quantificar as condições presentes
- 2.5 Usando a superfície de fratura por fadiga para estimar carregamentos e vida

3 Ferramentas para Análise Experimental

- 3.1 Cuidados na representatividade dos resultados
- 3.2 Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – análises químicas
- 3.3 Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – ensaios não destrutivos
- 3.4 Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – ensaios destrutivos (mecânicos)
- 3.5 Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – análises estruturais (metalografia)
- 3.6 Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – análises microfractográficas (MEV-SE-BSE)
- 3.7 Integração dos resultados

4 Consolidação em um Laudo (Relatório)

- 4.1 Exemplos de casos do(s) instrutor(es)
- 4.2 Exemplos de casos dos participantes

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Análise de Falhas – Módulo 3 – Interpretação e Casos Práticos

| Carga horária · 16h

Objetivo

Permitir aos participantes da cadeia Metalmeccânica identificar e quantificar os mecanismos mecânicos que levam à falha ou à fratura dos materiais, especialmente metais. Apresentar e exercitar como aspectos documentais, resultados de ensaios e avaliações visuais, macro, meso e microfractográficos podem extrair informações das superfícies de falha, de modo a identificar os mecanismos exatos presentes, estados e níveis de tensão e estimando o tempo de início e evolução das falhas.

Programa

1 Determinação e Registro do Modo de Falha (Análise de Falhas Qualitativa)

- 1.1 Preparação da superfície: limpeza, corte e conservação
- 1.2 Registro macro e mesoscópico de uma superfície: condições de fundo, iluminação e ângulo de registro
- 1.3 Registro microscópico de uma superfície e uso da microscopia eletrônica de varredura (MEV)
- 1.4 Características fractográficas relevantes ao nível micro e macro vinculadas ao modo de falha presente
- 1.5 Estudo de casos da literatura e do instrutor
- 1.6 Estudo de casos apresentados pelos participantes
- 1.7 Explicitando documentalmente os modos de falha

2 Estimando o Estado de Tensões e Vida do Componente (Análise de Falhas Quantitativa)

- 2.1 Revisão geral dos equacionamentos disponíveis e condições de aplicação
- 2.2 Associação das características morfológicas com as condições de carregamento
- 2.3 Estimando o carregamento presente a partir de trincas
- 2.4 Estimando a vida útil ou a durabilidade de um componente falhado ou em processo de falha
- 2.5 Usando as estimativas obtidas para um projeto ou operação segura
- 2.6 Estudo de casos da literatura e do instrutor
- 2.7 Estudo de casos apresentados pelos participantes
- 2.8 Explicitando documentalmente as condições de carregamento e vida

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Análise Metalográfica

 Carga horária · 20h

Objetivo

Fornecer os conhecimentos básicos para a correta utilização da metalografia na análise de estruturas dos metais. Serão abordados aspectos fundamentais e práticos sobre preparação de amostras, normas técnicas, documentação, os princípios e as vantagens da metalografia quantitativa automatizada em relação à metalografia quantitativa manual e aplicações em tratamentos de imagens.

Programa

1 Introdução

- 1.1 Histórico e evolução do microscópio ótico
- 1.2 Banco metalográfico versus analisador de imagens
- 1.3 Layout de laboratório de metalografia e o uso do computador
- 1.4 Classificação ou divisão da metalografia

2 Importância da Metalografia

- 2.1 Relação estrutura, propriedade e processamento
- 2.2 Conceito de estrutura
- 2.3 Conceito de processamento
- 2.4 Conceito de propriedade ou característica

3 Microscopia Ótica versus Microscopia Eletrônica

- 3.1 Princípio de funcionamento dos equipamentos
- 3.2 Vantagens e desvantagens
- 3.3 Relação custo-benefício

4 Preparação de Amostras

- 4.1 As etapas de preparação da amostra metalográfica
- 4.2 Cuidados especiais (deformação, aquecimento, trincas)
- 4.3 Reagentes químicos para ataque
- 4.4 Armazenamento das amostras

5 Documentação Fotográfica

- 5.1 Exemplos de erros na documentação fotográfica
- 5.2 Inserção de escala na documentação fotográfica
- 5.3 Importância da legenda autoexplicativa
- 5.4 O uso de computador na impressão da documentação

6 Como Analisar Estrutura de Metais e Ligas Metálicas

- 6.1 Fundamentos em ciência dos materiais
- 6.2 Fundamentos em processamento de metais
- 6.3 Fundamentos em ensaio de materiais

7 Normas ASTM E112, E562 e E1382

- 7.1 Conteúdo e adequações

8 Como Analisar Microestrutura de Materiais Metálicos

- 8.1 Composição química até a microestrutura
- 8.2 Imperfeições cristalinas até a microestrutura
- 8.3 Material policristalino: microestrutura de grãos
- 8.4 Recuperação, recristalização e crescimento dos grãos
- 8.5 Concentração de tensão e microestrutura
- 8.6 Difusão e microestrutura
- 8.7 Diagrama de fases e microestrutura

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Corrosão na Indústria: Mecanismos, Avaliação, Tratamento e Prevenção

| Carga horária · 16h

Objetivo

O Curso tem como objetivos mostrar aos participantes como identificar uma deterioração provocada por corrosão, quais as formas mais usuais desse dano, como avaliar quantitativamente a corrosão, locais mais prováveis de ser observado esse dano, por que e qual o mecanismo da corrosão, qual a maneira moderna de tratar esse mecanismo de dano, os principais tipos de corrosão observados na indústria, bem como, os principais métodos de prevenção utilizados.

Programa

- | | |
|--|--|
| 1 Histórico da Eletroquímica e Corrosão; | 15 Corrosão Atmosférica; |
| 2 Importância e Custo da Corrosão; | 16 Corrosão pela Água; |
| 3 Definições básicas e Classificação da Corrosão; | 17 Corrosão atmosférica; |
| 4 Formas da Corrosão; | 18 Corrosão pelo solo; |
| 5 Análise Quantitativa da Corrosão; | 19 Corrosão Galvânica; |
| 6 Mecanismo Eletroquímico da Corrosão; | 20 Corrosão em Frestas; |
| 7 Conceitos Fundamentais da Metalurgia dos Metais; | 21 Corrosão Induzida por Microrganismos (MIC); |
| 8 Conceito de Micropilhas e Pilhas; | 22 Corrosão sob Isolamento (CUI); |
| 9 Principais Fatores que Interferem na Corrosão; | 23 Corrosão associada à erosão; |
| 10 Potenciais dos Metais; | 24 Corrosão associada à metalurgia; |
| 11 Correção dos Potenciais (Equação de Nernst); | 25 Corrosão sob Tensão; |
| 12 Diagramas Potencial x pH; | 26 Corrosão associada à Fadiga; |
| 13 Conceito e uso da Polarização; | 27 Deterioração pelo Hidrogênio; |
| 14 Principais Tipos e Tratamento da Corrosão na Indústria; | 28 Corrosão Seca (Oxidação); |
| | 29 Principais Métodos de Prevenção à Corrosão. |

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Diagramas de Equilíbrio do Sistema Fe-C: Fundamentos e Aplicações para Aços e Ferros Fundidos

 Carga horária · 24h

Objetivo

Apresentar os fundamentos sobre ciência dos materiais para entendimento dos diagramas de equilíbrio do Sistema Fe-C e sua aplicação.

Programa

- 1 Os materiais metálicos
- 2 Estrutura dos materiais metálicos
- 3 A importância dos defeitos na estrutura dos materiais metálicos
- 4 Princípios de ciência dos materiais
- 5 Introdução aos diagramas de equilíbrio
- 6 Diagrama de equilíbrio do sistema Fe-C
- 7 Relação entre diagramas de equilíbrio e a metalografia
- 8 Aspectos práticos de metalografia aplicado aos aços e ferros fundidos

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Ensaaios de Tração e Dureza: Fundamentos Essenciais e Aplicações Práticas

 Carga horária · 6h

Objetivo

Capacitar técnicos, engenheiros e profissionais da área de materiais e mecânica na compreensão e aplicação prática dos principais ensaios mecânicos empregados na caracterização de metais e ligas metálicas, com ênfase nos ensaios de tração e dureza. Ao longo do curso, os participantes irão explorar os fundamentos teóricos, as normas envolvidas, as variáveis que influenciam os resultados e a análise crítica dos procedimentos realizados em laboratório.

Programa

1 Fundamentos dos Ensaaios de Tração

- 1.1 O ensaio de tração
- 1.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de tração
- 1.3 Deformação elástica e deformação plástica
- 1.4 Instabilidade plástica e estricção
- 1.5 Curva de engenharia versus curva real

2 Variáveis Presentes na Execução de Ensaaios de Tração

- 2.1 Normas de ensaios de tração
- 2.2 Confecção de corpos de prova
- 2.3 Efeitos da taxa de deformação
- 2.4 Efeitos da temperatura
- 2.5 Efeitos da presença de entalhes
- 2.6 Efeitos da máquina de ensaio

3 Avaliação das Práticas/Procedimentos nos Ensaaios de Tração

- 3.1 Preparação dos corpos de prova
- 3.2 Procedimento de início de ensaio
- 3.3 Calibrações
- 3.4 Fixação do corpo de prova e acessórios
- 3.5 Programação/regulagem da máquina
- 3.6 Execução do ensaio e registro das informações
- 3.7 Término do ensaio e retirada do corpo de prova

3.8 Avaliação final do corpo de prova

4 Análise Crítica da Execução e Representatividade

- 4.1 Ensaaios com corpos de prova padrão (oriundos do instrutor) – procedimento padrão
- 4.2 Análise GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) dos procedimentos em face da teoria e normas
- 4.3 Ensaaios com corpos de prova padrão (oriundos do instrutor) – procedimento revisado
- 4.4 Análise de Causa Raiz (RCA) do procedimento de ensaios
- 4.5 Definição de Procedimentos de Melhoria (PDCA)
- 4.6 Conclusão

5 Ensaio de Dureza

- 5.1 O ensaio de dureza por penetração
- 5.2 Dureza Brinell
- 5.3 Dureza Rockwell
- 5.4 Dureza Vickers
- 5.5 Correlação entre dureza Brinell e limite de resistência
- 5.6 Correlação entre escalas de dureza
- 5.7 Microdureza por penetração
- 5.8 Micropenetrador Vickers
- 5.9 Micropenetrador Knoop
- 5.10 Questões práticas

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Ensaaios dos Materiais

 Carga horária · 32h

Objetivo

Transmitir conceitos e metodologia dos principais ensaios mecânicos (estáticos e dinâmicos), bem como noções sobre os principais ensaios não destrutivos

Programa

1 Introdução aos Ensaaios dos Materiais

- 1.1 Propriedades mecânicas
- 1.2 Finalidade dos ensaios dos materiais
- 1.3 Vantagens da normalização dos materiais e métodos de ensaios
- 1.4 Classificação dos ensaios dos materiais
- 1.5 Relação Estrutura Propriedades dos Materiais

2 Ensaio de Tração

- 2.1 O ensaio de tração
- 2.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de tração
- 2.3 Deformação elástica e deformação plástica
- 2.4 Instabilidade plástica e estricção
- 2.5 Curva de engenharia versus curva real
- 2.6 Confecção de corpos de prova
- 2.7 Efeitos da taxa de deformação
- 2.8 Efeitos da temperatura
- 2.9 Efeitos da presença de entalhes
- 2.10 Efeitos da máquina de ensaio

3 Ensaio de Compressão

- 3.1 O ensaio de compressão
- 3.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de compressão
- 3.3 Compressão em metais dúcteis
- 3.4 Compressão em metais frágeis
- 3.5 Flambagem e atrito sob compressão
- 3.6 Confecção de corpos de prova
- 3.7 Comparação entre ensaios de tração e compressão

4 Ensaio de Dobramento e Flexão

- 4.1 O ensaio de dobramento

- 4.2 Ensaio de ductilidade por dobramento
- 4.3 Ensaio de resistência por dobramento
- 4.4 Dispositivos utilizados em ensaios de dobramento
- 4.5 Confecção de corpos de prova
- 4.6 Ensaio de dobramento em barras para construção civil
- 4.7 Ensaio de dobramento em corpos de prova soldados
- 4.8 Ensaio de flexão em materiais frágeis

5 Ensaio de Torção

- 5.1 O ensaio de torção
- 5.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de torção
- 5.3 Tensão e deformação no regime plástico
- 5.4 Tipos de fratura em torção
- 5.5 Estudo de casos: Aplicações

6 Ensaio de Dureza

- 6.1 O ensaio de dureza por penetração
- 6.2 Dureza Brinell
- 6.3 Dureza Rockwell
- 6.4 Dureza Vickers
- 6.5 Correlação entre dureza Brinell e limite de resistência
- 6.6 Correlação entre escalas de dureza
- 6.7 Microdureza por penetração
- 6.8 Micropenetrador Vickers
- 6.9 Micropenetrador Knoop

7 Ensaio do Impacto

- 7.1 Ensaio de impacto
- 7.2 Influência da temperatura na transição dúctil-frágil

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Ensaaios dos Materiais (continuação)

Programa

- 7.3 Impacto Charpy
- 7.4 Impacto Izod
- 7.5 Confecção de corpos de prova
- 7.6 Aplicação na inspeção de juntas soldadas
- 7.7 Ensaio de impacto por queda de peso em corpo de prova entalhado e variações
- 7.8 Aplicação na determinação da temperatura de transição dúctil-frágil de aços ferríticos
- 7.9 Procedimentos padronizados para medida de áreas fraturadas no ensaio de queda de peso

8 Ensaio da Fluência

- 8.1 Introdução à fluência
- 8.2 Ensaio de fluência
- 8.3 Ensaio de ruptura por fluência
- 8.4 Ensaio de relaxação
- 8.5 Estágios da fluência
- 8.6 Aplicações

9 Ensaio de Tenacidade à Fratura

- 9.1 Teoria de Griffith
- 9.2 Fator de intensidade de tensão (k)
- 9.3 Análise de tensões nas trincas

- 9.4 Divisão da mecânica da fratura e respectivos ensaios

- 9.5 Projeto de componentes mecânicos baseado na mecânica da fratura

- 9.6 Outras informações sobre o ensaio de tenacidade à fratura

10 Ensaio de Fadiga

- 10.1 Tipos de tensões cíclicas
- 10.2 Resultados do ensaio de fadiga: Curva de Wöhler
- 10.3 A fratura de fadiga
- 10.4 Fatores influentes na resistência à fadiga

11 Noções de Ensaaios Não Destrutivos

- 11.1 Especificações técnicas
- 11.2 Emissão de raios-X e raios Gama (aspectos gerais)
- 11.3 Ensaios por partículas magnéticas (aspectos gerais)
- 11.4 Ensaios por líquidos penetrantes (aspectos gerais)
- 11.5 Ensaios por tomografia computadorizada (aspectos gerais)
- 11.6 Ensaios por ultrassom

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Fadiga e Fratura de Materiais – Conceitos e Aplicação à Avaliação de Integridade de Componentes Mecânicos

 Carga horária · 32h

Objetivo

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre a degradação dos materiais metálicos e não metálicos, por mecanismo de fadiga, com ênfase na avaliação de iniciação, propagação de trinca e ocorrência de fratura. Aplicar as metodologias para avaliação de componentes estruturais, além de apresentar (com especialistas em cada área) tópicos especiais sobre materiais poliméricos e compósitos, práticas experimentais de ensaios e identificação/análise de falhas por fadiga

Programa

1 Introdução e Motivação ao Estudo da Fadiga

- 1.1 Histórico e a participação da fadiga nas falhas reais
- 1.2 Abordagens total-life (vida total) e defect-tolerant (tolerância ao defeito)

2 Conceitos Fundamentais da Elasticidade e Plasticidade

- 2.1 Componentes de tensões e deformações
- 2.2 Elasticidade linear e a lei de Hooke generalizada
- 2.3 Critérios de escoamento e comentários sobre encruamento

3 Fadiga

- 3.1 Mecanismos, Definições e Abordagens Total-life
 - 3.1.1 Mecanismos de nucleação e propagação de trincas
 - 3.1.2 Abordagem Tensão-Vida em fadiga
 - 3.1.3 Abordagem Deformação-Vida em fadiga
 - 3.1.4 Tópicos sobre efeitos de variáveis de sollicitação, fadiga multiaxial e contagem de ciclos

4 Fratura

- 4.1 Conceitos e aplicação ao crescimento de trinca (defect-tolerant).
 - 4.1.1 Mecânica da fratura elástico-linear: forças motrizes de trinca (K)

- 4.1.2 Mecânica da fratura elasto-plástica: forças motrizes de trinca (J e CTOD)

- 4.1.3 Abordagem de crescimento de trinca por fadiga (da/dN vs. ΔK).

- 4.1.3.1 limiar de propagação

- 4.1.3.2 propagação estável

- 4.1.3.3 propagação instável

5 Tópicos Especiais sobre Avaliação de Polímeros e Compósitos

6 Práticas Experimentais para Caracterização de Propriedades de Fadiga

- 6.1 Ensaios controlados por tensão vs. ensaios controlados por deformação
- 6.2 Metodologias e tipos de ensaios e equipamentos

7 Análise de Falhas

- 7.1 Aspectos macroscópicos

- 7.1.1 Detecção e identificação

- 7.1.2 Análise de falhas por fadiga

- 7.2 Aspectos microscópicos

- 7.2.1 Micromecanismos de falha

- 7.2.2 Efeitos de microestrutura

- 7.2.3 Efeitos ambientais

- 7.3 Efeitos de processo e projeto na vida em fadiga

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Fundamentos de Mecânica da Fratura e Aplicações à Integração Estrutural de Equipamentos e Componentes

Carga horária · 32h

Objetivo

Fornecer fundamentos da mecânica da fratura linear e elasto-plástica aplicada à avaliação da fratura em materiais estruturais em regimes frágil e dúctil. Capacitar os participantes com metodologias utilizadas na mecânica da fratura elasto-plástica aplicadas à análise e avaliação da fratura e integridade estrutural em componentes e equipamentos

Programa

1 Introdução

- 1.1 Fratura de materiais estruturais e sua relação com integridade mecânica.
- 1.2 Aspectos microestruturais da fratura em regimes frágil e dúctil.
- 1.3 Relação entre a tenacidade e deformação plástica, efeitos geométricos e efeitos estatísticos.
- 1.4 Correlação de resultados experimentais e valores de tenacidade.
- 1.5 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dúctil. Efeitos geométricos e de carregamento. Efeitos dinâmicos.
- 1.6 Utilização de valores de tenacidade na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais.

2 Revisão da Mecânica da Fratura Linear Elástica

- 2.1 Fator de intensificação de tensões K.
- 2.2 O parâmetro K como medida das condições de fratura.
- 2.3 Zona plástica e fratura sob estado plano de tensões e deformações.
- 2.4 Instabilidade e curvas de resistência à fratura (curvas R).

3 Mecânica da Fratura Elasto-Plástica

- 3.1 Fundamentos fenomenológicos da mecânica da fratura elasto-plástica.
- 3.2 A integral J.
- 3.3 Relação entre CTOD e a integral J.
- 3.4 Condições de validade da integral J.
- 3.5 Caracterização de crescimento de trincas utilizando a integral J.

- 3.6 Determinação experimental da Integral J e CTOD.

4 Correlação de Resultados Experimentais

- 4.1 Limitações da mecânica da Fratura convencional.
- 4.2 Efeitos estatísticos sobre a fratura. Dispersão de valores de tenacidade. Tratamento estatístico de valores de tenacidade.
- 4.3 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dúctil. O conceito de triaxialidade na ponta da trinca.
- 4.4 Efeitos geométricos e de condições de carregamento sobre a fratura frágil e dúctil.
- 4.5 Transferência de resultados laboratoriais na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais.

5 Integridade Mecânica de componentes Estruturais e Aplicações

- 5.1 Análise do comportamento à fratura de aços ligados de alta resistência.
- 5.2 Análise do comportamento à fratura de juntas soldadas.
- 5.3 Exemplo de aplicação: previsão dos valores críticos de tenacidade (J_c) para um aço estrutural de alta resistência utilizando amostras de fratura SE(B) com diferentes tamanhos de trinca.
- 5.4 Utilização do conceito de Curva Mestra (ASTM E-1921) para determinação da temperatura de transição de aços estruturais.
- 5.5 Utilização de procedimentos de avaliação de integridade estrutural através de diagramas de análise de falhas: API 579 e BS 7910.

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Introdução à Tecnologia de Soldagem

 Carga horária · 24h

Objetivo

Fornecer conhecimento básico nos diversos processos de soldagem capacitando o profissional para melhor desempenho de suas funções

Programa

1 Introdução

- 1.1 Definição de soldagem
- 1.2 Histórico
- 1.3 Estrutura do mercado: tendências em processos
- 1.4 Formação e qualificação de profissionais
- 1.5 Entidades - homologação e certificado

2 Apresentação dos Processos

- 2.1 Soldagem em fase sólida
- 2.2 Soldagem termoquímica
- 2.3 Soldagem por resistência elétrica
- 2.4 Soldagem por arco elétrico

3 Descrição dos Principais Processos

- 3.1 Terminologia e simbologia
- 3.2 Processo eletrodo revestido
- 3.3 Processo oxiacetilênico
- 3.4 Processo tig/plasma
- 3.5 Processos mig/mag/arames tubulares
- 3.6 Processo arco submerso
- 3.7 Outros processos (laser, resistência, aspersão)

4 Automação e Robótica

- 4.1 Noções básicas
- 4.2 Automação de sistemas
- 4.3 Otimização dos processos de soldagem

5 Metalurgia da Soldagem

- 5.1 Introdução

5.2 Conceito de soldabilidade

5.3 História térmica na soldagem

5.4 Regiões da junta soldada: metal de solda e zona afetada pelo calor

5.5 Soldabilidade de alguns materiais

5.6 Tensões residuais e deformações

6 Ensaios

6.1 Descontinuidades

6.2 Ensaios destrutivos

6.3 Ensaios não destrutivos

6.4 Ensaios de soldabilidade

7 Processos de Corte Térmico

7.1 Oxicorte

7.2 Plasma

7.3 Laser

8 Higiene e Segurança

8.1 Perigos causados por partículas

8.2 Perigos elétricos

8.3 Perigos causados por radiação

8.4 Fumos e gases

8.5 Medidas de segurança

9 Qualificação e Certificação

9.1 Noções básicas

9.2 Qualificação e certificação de profissionais

9.3 Qualificação e certificação de procedimentos

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Mecânica de Materiais Compostos

 Carga horária · 32h

Objetivo

O curso tem como principal objetivo fornecer os fundamentos da teoria clássica de placas laminadas para materiais compostos de resina polimérica reforçada por fibras contínuas. Esse tipo de material, devido às suas elevadas propriedades de rigidez e resistência específicas, atingiu sua maturidade saindo das aplicações aeroespaciais de alta tecnologia para uma utilização mais abrangente nas diversas áreas da engenharia. Através de uma exposição simplificada e conceitual da teoria e com o auxílio de exemplos utilizando ferramentas computacionais disponibilizadas aos alunos, pretende-se estabelecer o embasamento tecnológico necessário aos profissionais que lidam com esse tipo de material sem possuir nem a familiaridade e nem o conhecimento de suas particularidades, dando-lhes a oportunidade de explorar o máximo de seu potencial

Programa

1 Introdução

2 Conceitos e Características Básicas

3 Micromecânica

4 Comportamento Elástico da Lâmina Unidirecional

5 Comportamento Elástico de Laminados Multidirecionais

6 Efeitos Higrotérmicos

7 Resistência da Lâmina Unidirecional

8 Análise de Tensões e de Falha em Laminados Multidirecionais

9 Métodos Experimentais de Caracterização e Teste

10 Aplicações

10.1 Projetos de estruturas em materiais compostos

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Metalurgia da Soldagem

 Carga horária · 24h

Objetivo

Desenvolver competência para selecionar processos e condições de soldagem visando o auxílio na elaboração de especificação de procedimento de soldagem

Programa

1 Histórico da Soldagem

2 Higiene, Segurança e Postura Ética na Soldagem

3 Terminologia e Simbologia da Soldagem Segundo AWS

4 Processos de Soldagem

4.1 Eletrodo revestido

4.2 Tig

4.3 MIG/MAG e arame tubular

4.4 Arco submerso

4.5 Resistência elétrica

4.6 Oxicorte e plasma

5 Metalurgia da Soldagem

5.1 Aços carbono

5.2 Aços inoxidáveis

6 Controle de Qualidade na Soldagem – Noções de Ensaios Não Destrutivos

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Metalurgia do Pó – Produtos Sinterizados e Manufatura Aditiva

| Carga horária · 30h

Objetivo

O objetivo do curso é oferecer ferramentas técnicas relacionadas com sinterização (Metalurgia do Pó) e impressão 3D (Manufatura aditiva) de forma clara e concisa, relacionando aspectos fundamentais com tecnologia e demandas de mercado.

Programa

1 Introdução

Aspectos históricos e econômicos, contextualizando os processos de sinterização (Metalurgia do Pó – MP) e de manufatura aditiva (MA) aplicados a materiais metálicos

2 Processos de Fabricação e Caracterização de Pós Metálicos

Processos químicos e físicos, considerando as propriedades dos pós obtidos, como tamanho e forma de partículas, e a relação entre estas propriedades e as aplicações para estes pós metálicos

3 Conformação de Pós Metálicos: convencional e novos processos

Compactação uniaxial, e processos como extrusão, compactação isostática e moldagem de pós por injeção

4 Sinterização: convencional e processos especiais

Mecanismos e fenômenos na sinterização em forno contínuo, de alta produtividade, e em sinterização não convencional, como em forno a vácuo e sinterização sob pressão

5 Produtos Sinterizados: concorrendo com outros processos e únicos

Produtos para os quais a MP e a MA concorrem com outros produtos, como aços, e produtos para os quais a Metalurgia do Pó é processo único, como metal duro, materiais porosos, e materiais elétricos e magnéticos

6 A Metalurgia do Pó e a Manufatura Aditiva: Processos, propriedades e desempenho

Os processos, suas similaridades e mercados que atendem, considerando desde as matérias-primas usadas, até características e desempenho dos produtos acabados

7 Mercados para Pós Metálicos e Produtos MP e MA

Perspectivas, mercados e desafios para ambos os processos de fabricação aplicados a materiais metálicos

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Metalurgia Física e Mecânica Aplicada

 Carga horária · 40h

Objetivo

Repassar, objetivamente, a teoria da metalurgia física e mecânica, apresentando suas inúmeras aplicações práticas na produção e utilização dos metais e de suas ligas, com enfoque natural, mas não exclusivo, em aços. Fundir experiência acadêmica e teórica com conhecimentos profissionais e cotidianos de forma a demonstrar as relações diretas e indiretas da metalurgia física e mecânica com o desempenho de um metal ou liga na sua utilização final. O curso foi planejado de tal forma que os participantes possam interagir para melhor sedimentar e aplicar os conhecimentos obtidos diretamente nas suas atividades profissionais, estudos e nas discussões técnicas

Programa

1 Fundamentação

- 1.1 Ligações químicas e propriedades físicas/mecânicas inerentes
- 1.2 A estrutura dos materiais
- 1.3 A estrutura dos metais
 - 1.3.1 Tipos
 - 1.3.2 Características
- 1.4 Defeitos e discordâncias: implicações nas propriedades
- 1.5 Características microestruturais
- 1.6 Soluções sólidas e diagramas de fases: aplicações e exemplos

2 Tratamentos Térmicos

- 2.1 Transformações de fase
- 2.2 Difusão
- 2.3 Tratamentos térmicos
- 2.4 Tratamentos termoquímicos
- 2.5 Equipamentos industriais para tratamentos térmicos
- 2.6 Avaliação da qualidade

3 Conformabilidade

- 3.1 Fundamentos mecânicos (metalurgia mecânica)
- 3.2 Ensaios mecânicos

- 3.3 Recristalização e crescimento de grão
- 3.4 Plasticidade dos metais

4 Resistência Mecânica

- 4.1 Aumento da resistência mecânica (endurecimento)
- 4.2 Avaliação da microestrutura e limpidez
- 4.3 O processo da fratura, fadiga e fluência dos metais
- 4.4 Introdução à análise de falhas

5 Desenvolvimento de Produtos

- 5.1 Evolução histórica dos requisitos
- 5.2 Normas técnicas
- 5.3 O desafio da correlação entre a estrutura, processamento e propriedades
- 5.4 Relação entre o uso final e as características
- 5.5 Introdução ao desenvolvimento de produtos

6 Módulo prático (laboratorial)

- 6.1 Ensaios de composição química (Espectrografia/Absorção/via úmida)
- 6.2 Ensaios mecânicos (tração/dureza/Charpy/tenacidade à fratura-CTOD)
- 6.3 Avaliação estrutural (MEV/Difração Raios-X)

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Metalurgia Geral: Fundamentos Básicos e Aplicações

 Carga horária · 24h

Objetivo

Fornecer ampla visão da metalurgia, de forma a apresentar: as principais características dos metais, a nomenclatura e principais entidades normativas do setor, os fundamentos das operações de produção e processamento dos metais e suas ligas e exemplificar como estes conhecimentos podem ser utilizados pelos participantes no relacionamento com empresas da área de metalurgia

Programa

1 Introdução à Metalurgia

- 1.1 Introdução aos metais e suas ligas
- 1.2 Fontes dos materiais metálicos
- 1.3 A estrutura dos metais
 - 1.3.1 Átomos e estrutura cristalina
- 1.4 Equilíbrio químico, calor e temperatura
- 1.5 Propriedades físicas, químicas e mecânicas dos metais e suas ligas
- 1.6 Ensaio de caracterização dos metais:
 - 1.6.1 Químicos
 - 1.6.2 Mecânicos

2 Operações de Obtenção dos Metais e suas Ligas

- 2.1 Fluxogramas de produção dos principais metais
- 2.2 Elementos de mineração e metalurgia extrativa
- 2.3 Refino dos metais:
 - 2.3.1 Ajuste da composição química
- 2.4 Solidificação dos metais e semiprodutos
- 2.5 Produtos metalúrgicos obtidos a quente
- 2.6 Produtos metalúrgicos obtidos a frio
- 2.7 Processos especiais

3 Processamento dos Metais e suas Ligas

- 3.1 Fundamentos da criação de ligas
 - 3.1.1 Soluções sólidas
 - 3.1.2 Diagramas de fase
- 3.2 Tratamentos térmicos:
 - 3.2.1 Tipos
 - 3.2.2 Aplicações
- 3.3 Processamento final
 - 3.3.1 Corte
 - 3.3.2 Dobra
 - 3.3.3 Usinagem
 - 3.3.4 Conformação (trefilação, estampagem, extrusão)
 - 3.3.5 Soldagem
- 3.4 Principais aplicações setoriais dos metais
- 3.5 Fundamentos da análise de falhas dos metais

4 Aplicações da Metalurgia (Opcional / Promocional da Metalurgia)

- 4.1 Engenharia Metalúrgica: uma visão do curso
- 4.2 Empresas do setor: siderurgia
- 4.3 Empresas do setor: metalurgia de não ferrosos
- 4.4 Normatização: entidades normativas e aplicações
- 4.5 Perspectivas da indústria metalúrgica

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Siderurgia para Não Siderurgistas

 Carga horária · 33h

Objetivo

O objetivo do curso é fornecer uma visão geral do processo siderúrgico, incluindo a situação atual da siderurgia brasileira e mundial, a descrição do processo siderúrgico desde as matérias-primas, passando pelos principais processos intermediários e até o produto final, e as principais tendências tecnológicas e de mercado de produtos siderúrgicos.

Programa

- 1 Visão Geral dos Mercados Nacional e Mundial de Aço
- 2 Visão Geral dos Processos Siderúrgicos
- 3 Matérias-Primas Siderúrgicas
- 4 Redução de Minério de Ferro: Altos-Fornos
- 5 Redução de Minério de Ferro: Redução Direta e Processos Emergentes
- 6 Fabricação de Aço em Conversor a Oxigênio
- 7 Fabricação de Aços em Fornos Elétricos
- 8 Refino Secundário dos Aços
- 9 Lingotamento Contínuo de Placas e Tarugos
- 10 Laminação de Produtos Planos
- 11 Laminação de Produtos Não Planos
- 12 Processos de Fabricação – Produtos Planos
- 13 Processos de Fabricação – Produtos Longos / Tendências Tecnológicas e de Mercado

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Siderurgia uma Visão Geral

 Carga horária · 24h

Objetivo

Fornecer uma visão geral da siderurgia, seus processos produtivos, matérias-primas e insumos, suas relações com o meio ambiente, aplicação dos produtos siderúrgicos e tecnologias atuais

Programa

1 Introdução à Siderurgia

- 1.1 Panorama da produção siderúrgica
- 1.2 Principais propriedades dos aços
- 1.3 Os principais processos e produtos siderúrgicos e suas aplicações
- 1.4 A importância da siderurgia para o desenvolvimento econômico local e nacional

2 Área de Redução

- 2.1 Introdução ao processo de produção de ferro-gusa
- 2.2 Coqueria
- 2.3 Sinterização
- 2.4 Alto-forno
- 2.5 Processos alternativos para produção de ferro primário

3 Área de Refino e Lingotamento do Aço

- 3.1 Introdução
- 3.2 Matérias-primas e insumos utilizados para a produção do aço
- 3.3 Refino primário empregando convertedores
- 3.4 Refino primário empregando fornos elétricos a arco
- 3.5 Refino secundário
- 3.6 Lingotamento

4 Área de Laminação

- 4.1 Considerações gerais
- 4.2 Laminação de produtos planos

- 4.3 Laminação de produtos não planos ou longos

5 Área de Utilidades

- 5.1 Principais insumos utilizados em uma usina siderúrgica
- 5.2 Produção de gases industriais
- 5.3 Fornecimento de água
- 5.4 Os gases combustíveis

6 Balanços de Massa e Energéticos na Siderurgia

- 6.1 Balanços de fluxo de materiais (carga metálica, fundentes, combustíveis/redutores, água, gases industriais, etc.)
- 6.2 Balanços energéticos dos processos siderúrgicos
- 6.3 Resíduos e coprodutos dos processos siderúrgicos

7 Sustentabilidade do Processo Siderúrgico

- 7.1 Ciclo de vida dos produtos siderúrgicos
- 7.2 Principais impactos ambientais dos processos siderúrgicos
- 7.3 Classificação dos resíduos dos processos siderúrgicos
- 7.4 Principais indicadores de desempenho ambiental da siderurgia
- 7.5 Principais marcos regulatórios da legislação ambiental aplicada à siderurgia
- 7.6 Principais tipos de processos, equipamentos e ações para mitigação de impactos ambientais dos processos siderúrgicos
- 7.7 O papel da siderurgia como unidade recicladora de materiais (resíduos internos e externos)

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Soldagem dos Aços

 Carga horária · 24h

Objetivo

Desenvolver competências na área de soldagem visando selecionar processos de união, conhecer a influência dos parâmetros de processo e avaliar propriedades mecânicas e microestruturais das juntas de aço para auxiliar na elaboração da EPS (Especificação de Procedimento de Soldagem), segundo normas vigentes. Estudo de caso envolvendo a recuperação e o reparo por soldagem de componentes industriais

Programa

1 Histórico da Soldagem

2 Higiene, Segurança e Postura Ética na Soldagem

3 Terminologia e Simbologia da Soldagem Segundo AWS

4 Processos de Soldagem

4.1 Eletrodo revestido

4.2 TIG

4.3 MIG/MAG e arame tubular

4.4 Arco submerso

4.5 Resistência elétrica

4.6 Oxicorte e plasma

5 Descontinuidades em Juntas Soldadas

6 Metalurgia da Soldagem

6.1 Aços carbono

6.2 Aços de alta resistência e baixa liga

6.3 Aços duplex

6.4 Aços inoxidáveis

7 Documentação Técnica e Requisitos Básicos da Soldagem com Base no Código ASME – Seção IX

Fundamentos e Processos Metalúrgicos

Técnicas de Caracterização dos Metais, Ligas e Escórias

Carga horária · 16h

Objetivo

Geral: Mostrar os conceitos fundamentais de microestrutura cristalina e apresentar as principais técnicas de caracterização de metais, ligas e escórias bem como mostrar os princípios fundamentais que constituem estas análises. Específicos: Conceituar microestrutura e cristalinidade; conceituar relações entre propriedades-microestrutura-processo; apresentar técnicas de análises: Difração de Raios X, Análise Química por Espectrometria, Microscopia Óptica, Microscopia Eletrônica de Varredura, Microscopia de Transmissão (Acessórios: EDS, WDS e EBSD); Metalografia Quantitativa; Análise Térmica (TG, DTA e DSC).

Programa

1 Introdução

Classificação das técnicas de caracterização; introdução às técnicas de caracterização; estrutura e suas relações com as propriedades dos materiais; conceito de resolução

1.1 Relações entre estruturas e diagramas de fase, conceito de cristal, grão, subgrão, planos, direções, sistemas de deslizamento

2 Difração de Raios X

Princípio de funcionamento, Lei de Bragg e fator estrutura, aplicações

2.1 Geração de figuras polo e ODF: conceito de textura; figura polo; ODF: distribuição de orientações

3 Técnicas de Análises Químicas

Espectrometria por emissão óptica – metais e ligas; LECO infravermelho – análise de C e S; espectrometria de emissão óptica – análises de traços; fluorescência de raios X – análise de escórias, cerâmicos e ligas

4 Microscopia

4.1 Microscopia óptica: fundamentos básicos do microscópio óptico, análise em campo claro, análise em campo escuro, aplicações do microscópio óptico

4.2 Microscopia eletrônica

4.2.1 Microscopia eletrônica de varredura (MEV – SEM): fundamentos básicos de funcionamento do microscópio eletrônico de varredura, imagem de elétrons secundários, imagem de elétrons retroespalhados

4.2.1.1 Acessórios – EDS, WDS, EBSD: aplicações das técnicas de microanálise, sistemas automatizados de medição de orientação cristalina

4.2.2 Microscopia eletrônica de transmissão (MET – TEM): fundamentos básicos de funcionamento do microscópio eletrônico de transmissão, imagens, difratograma, textura, aplicações e potencialidades

5 Metalografia Quantitativa

Conceito e técnicas para medir tamanho de grão; fator de forma, contiguidade e fração de fases; grão ASTM – conceito

6 Análise Térmica

Termogravimetria (TG); análise térmica diferencial (DTA); calorimetria diferencial (DSC); princípios de funcionamento focado em aplicações para ligas, escórias e materiais cerâmicos



ÁREA DE CONHECIMENTO

Fusão, Refino e Solidificação

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Fusão, Refino e Solidificação

Aciaria para Aços Especiais

 Carga horária · 28h

Objetivo

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente dos processos de Aciaria na produção de Aços Especiais, desde a preparação de matérias até o lingotamento, avaliando o impacto dos parâmetros de processo na qualidade final e desempenho em serviço de produtos siderúrgicos de alto valor agregado. Além disso, o curso visa apresentar tendências tecnológicas e inovações em processos, bem como as perspectivas de demandas técnicas do mercado consumidor de aços especiais

Programa

- 1 Aços Especiais: fundamentos e aplicações
- 2 Preparação de Carga e Fusão (forno elétrico, convertedores, equipamentos e processos)
- 3 Refino Secundário
- 4 Controle de Composição Química e Inclusões
- 5 Lingotamento e Solidificação
- 6 Modelagem Matemática de Processos
- 7 Influência de Limpidez nas Propriedades Mecânicas
- 8 Tendências e Inovações Tecnológicas

Fusão, Refino e Solidificação

Desoxidação de Aços

 Carga horária · 10h

Objetivo

Dar aos alunos conhecimento fundamental sobre o tema, desenvolvendo tópicos importantes sobre desoxidação de aços

Programa

- 1 Fundamentos
- 2 Desoxidação via C, Mn, Si, Al
- 3 Desoxidação complexa
- 4 Sistema escória-metal-inclusões
- 5 Principais Etapas do Processo de Desoxidação
- 6 Outros Conceitos Importantes Sobre Inclusões em Aços

Fusão, Refino e Solidificação

Eletrodos de Grafite

 Carga horária · 18h

Objetivo

O crescimento na utilização de Fornos Elétricos a Arco é uma forte tendência mundial, principalmente por se configurar como uma rota alternativa de menor pegada de Carbono, na produção dos mais variados tipos de aços. Este curso tem como objetivo fornecer os conhecimentos básicos sobre os Eletrodos de Grafite e suas características únicas, focando nos aspectos práticos para a sua correta utilização nos Fornos Elétricos a Arco, trazendo também problemas e soluções para os casos mais comuns que ocorrem em aciarias no mundo. Serão abordados aspectos fundamentais e operacionais a partir do recebimento dos eletrodos nas usinas, seu manuseio, montagem de colunas e meios de preservá-los, obtendo seu melhor desempenho operacional. Muito do conteúdo deste curso se baseia em métodos empíricos, uma vez que muito pouca literatura existe sobre este assunto.

Programa

- 1 Introdução – produção – características importantes – o que exigir dos produtores
- 2 Manuseio, estocagem e uso
- 3 Por que grafite? – problemas e soluções
- 4 Os 5 tipos de falhas – problemas e remédios
- 5 Despontes diversos – problemas e remédios
- 6 Cuidar sempre!
- 7 Investigação de problemas com eletrodos
- 8 Cálculo da tendência de consumo – montagem de colunas em paliteiros
- 9 Memória de bolso
- 10 Recebimento, armazenagem e movimentação de eletrodos
- 11 Fatores que influenciam o comportamento e o consumo dos eletrodos – diretrizes básicas
- 12 Resfriamento dos eletrodos
- 13 Critério para cálculo do consumo
- 14 Capacidade de transporte de corrente – casos típicos – informações importantes ao observar eletrodos

Fusão, Refino e Solidificação

Fabricação de Aços e Ligas de Níquel Fundidas em Fornos de Indução

 Carga horária · 16h

Objetivo

Treinar e capacitar profissionais da indústria de fundição em como fabricar aços fundidos (aços carbono, médio manganês, baixa liga, manganês Hadfield, inoxidáveis, ligas de níquel) em fornos de indução. Matérias-primas utilizadas, cálculo de carga e correção do banho, refino e desgaseificação, refratários utilizados, ferroligas, desoxidação e refino de grão, defeitos de origem metalúrgica, etc.

Programa

1 Aulas Teóricas: materiais de carga para fabricação de aços fundidos (sucatas, ferroligas, etc.), cálculo de carga e correção de banho, técnicas de refino de elementos indesejáveis e que geram defeitos metalúrgicos nas peças fundidas, técnicas de desgaseificação, desoxidação, refino de grão, etc.

2 Cálculo de Carga: exercícios

Fusão, Refino e Solidificação

Fundamentos de Escórias de Refino de Aços

 Carga horária · 10h

Objetivo

Divulgar conhecimento teórico e prático sobre escórias de Refino Primário e Secundário de aços, de maneira objetiva e com materiais atualizados dos mais recentes estudos desenvolvidos sobre o tema. Serão abordados desde conceitos gerais de escórias, até os conceitos mais específicos, de acordo com as diferentes funções que as escórias desempenham nas operações de refino. Ao final do curso, os participantes deverão estar aptos a compreender os fundamentos básicos das escórias de refino do aço, interpretar diagramas de fases para o estudo de escórias, conhecer propriedades das escórias, diferenciar os tipos de escórias com base no objetivo de refino e entender os processos de remoção de impurezas do aço líquido através da escória.

Programa

- 1 Fundamentos
- 2 Diagramas de fase para estudos de escórias
- 3 Saturação de escórias
- 4 Relação entre estrutura e propriedades
- 5 Escórias de refino primário, refino secundário e lingotamento
- 6 Capacidades de fósforo, enxofre e hidrogênio
- 7 Escórias e limpeza inclusionária

Fusão, Refino e Solidificação

Fundamentos do Lingotamento Contínuo e Solidificação dos Aços

 Carga horária · 12h

Objetivo

Capacitar profissionais na compreensão e controle do processo de lingotamento contínuo, visando a produção de aço com qualidade e eficiência.

Programa

1 Fundamentos do Processo de Aço e Lingotamento Contínuo

- 1.1 Aciaria e lingotamento contínuo: papel essencial na transformação do ferro-gusa em aço refinado e moldado
- 1.2 Processos de refino: ajustes químicos e térmicos para atender às especificações do produto final
- 1.3 Configurações básicas da máquina de lingotamento contínuo: componentes principais como molde, rolos de suporte, sistema de resfriamento
- 1.4 Integração com laminação: o lingote sólido segue para laminação, formando chapas, tarugos ou perfis
- 1.5 Controle de solidificação: monitoramento da formação da casca sólida para evitar defeitos
- 1.6 Controle de fluxo – da panela ao distribuidor: regulação da vazão de aço líquido para garantir estabilidade
- 1.7 Controle de fluxo – do distribuidor ao molde: distribuição uniforme do aço no molde para evitar turbulência e segregação

2 Molde e Solidificação Inicial

- 2.1 Padrão de fluxo e solidificação inicial no molde: influência do fluxo na formação da casca sólida

- 2.2 Configuração do molde: geometria, dimensões e materiais que afetam a eficiência térmica
- 2.3 Oscilação do molde: movimento vertical para evitar aderência da casca ao molde
- 2.4 Agitação eletromagnética (EMS): uso de campos magnéticos para melhorar a homogeneidade e reduzir segregações
- 2.5 Lubrificação do molde: aplicação de pó moldante para reduzir atrito e facilitar a extração
- 2.6 Solidificação secundária: resfriamento por spray ou névoa após o molde, controlando a taxa de solidificação

3 Perfis de Solidificação e Qualidade

- 3.1 Zonas de solidificação: coquilhadas (casca sólida inicial), colunares (crescimento direcional de grãos) e equiaxiais (grãos uniformes e isotrópicos)
- 3.2 Segregação: concentração desigual de elementos químicos durante a solidificação
- 3.3 Defeitos de fundição: trincas, porosidades, inclusões e outros problemas que afetam a qualidade do produto

4 Discussão de Casos

- 4.1 Estudos de caso: análise prática de situações reais envolvendo falhas, melhorias de processo e otimizações na aciaria e lingotamento contínuo

Fusão, Refino e Solidificação

Fundamentos sobre Inclusões Não Metálicas em Aços

 Carga horária · 24h

Objetivo

Capacitar os participantes de conhecimentos sobre inclusões não metálicas e suas influências nos processos e produtos de aço. O enfoque deste módulo será nas inclusões de óxidos e sulfetos em aços semiacalmados e acalmados ao Al.

Programa

1 Introdução

2 Inclusões não metálicas

3 Classificação das inclusões

4 Formação das inclusões

5 Morfologia das inclusões

6 Distribuição das inclusões

7 Inclusões exógenas

8 Aços Limpos

9 Desoxidação Complexa

9.1 Definição

9.2 Sistema Fe-Si-Mn-O

9.3 Sistema Fe-Si-Mn-Al-O

10 Tratamento de inclusões com cálcio

11 Sistema escória-metal-inclusões

12 Sulfetos

12.1 Formação

12.2 Morfologia e Distribuição

13 Métodos para avaliar a limpeza dos aços

13.1 Métodos diretos

13.2 Métodos indiretos

Fusão, Refino e Solidificação

Fundição do Cobre e suas Ligas

 Carga horária · 16h

Objetivo

Descrever os processos de fundição do cobre e de suas ligas, desde as matérias-primas até o produto final. Indicar as variáveis de controle e os parâmetros operacionais mais importantes. Apresentar os principais tipos de defeitos presentes nos fundidos e indicar ações no sentido de evitá-los

Programa

1 Ligas de cobre produzidas industrialmente e respectivas aplicações

2 Propriedades do cobre e das ligas de cobre

3 Efeitos dos elementos de liga

3.1 Zinco

3.2 Estanho

3.3 Chumbo

3.4 Alumínio

3.5 Berílio

3.6 Fósforo

3.7 Níquel

3.8 Cromo

3.9 Silício

4 Matérias-primas empregadas nos processos de fundição

4.1 Cuidados operacionais requeridos

5 Processos de fundição empregados industrialmente

5.1 Características técnicas dos equipamentos de fundição

6 Tratamentos efetuados no metal líquido

6.1 Desgaseificação

6.2 Desoxidação

6.3 Refino de grão

6.4 Filtragem

7 Fornos empregados em processos de fundição

8 Refratários empregados nos fornos de fundição

9 Princípios de transferência de calor no conjunto metal-matriz/molde.

10 Parâmetros operacionais controlados durante o processo de fundição das principais ligas de cobre produzidas industrialmente

11 Defeitos presentes nos fundidos e formas de minimizá-los

Fusão, Refino e Solidificação

Lingotamento Contínuo de Aços – Módulo Placas e Módulo Blocos e Tarugos

 Carga horária · 43h

Objetivo

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente das instalações e processos de Lingotamento Contínuo de Aços para operadores e especialistas que necessitem complementar e aperfeiçoar seus conhecimentos, bem como propiciar contato com um corpo docente sênior nas diversas especialidades relacionadas com o tema.

Programa

- 1 Introdução
- 2 Saúde e Segurança Ocupacional - Aspectos Técnicos e Operacionais
- 3 Refino Primário e Secundário do Aço
- 4 Transporte e transferência do aço
- 5 Distribuidor
- 6 Molde: Resfriamento Primário
- 7 Transferência de Calor, Solidificação e Microestrutura no LC
- 8 Fluxantes
- 9 Agitação Eletromagnética
- 10 Resfriamento Secundário
- 11 Resfriamentos Secundário e Terciário
- 12 Tensões e Deformações
- 13 Soft Reduction/Dynamic Soft Reduction
- 14 Defeitos em Blocos e Tarugos
- 15 Defeitos em Placas
- 16 Desenvolvimento de Aços no LC
- 17 Automação e Controle do Processo
- 18 Inteligência Artificial
- 19 Modelos Físicos e Matemáticos
- 20 Novas Tendências

Fusão, Refino e Solidificação

Lingotamento Contínuo de Aços – Módulo Blocos e Tarugos

 Carga horária · 33h

Objetivo

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente das instalações e processos de Lingotamento Contínuo de Aços para operadores e especialistas que necessitem complementar e aperfeiçoar seus conhecimentos, bem como propiciar contato com um corpo docente sênior nas diversas especialidades relacionadas com o tema.

Programa

- 1 Introdução
- 2 Saúde e Segurança Ocupacional - Aspectos Técnicos e Operacionais
- 3 Refino Primário e Secundário do Aço
- 4 Transporte e transferência do aço
- 5 Distribuidor
- 6 Molde: Resfriamento Primário
- 7 Transferência de Calor, Solidificação e Microestrutura no LC
- 8 Fluxantes
- 9 Agitação Eletromagnética
- 10 Resfriamentos Secundário e Terciário
- 11 Tensões e Deformações
- 12 Soft Reduction/Dynamic Soft Reduction
- 13 Defeitos em Blocos e Tarugos
- 14 Desenvolvimento de Aços no LC
- 15 Automação e Controle do Processo
- 16 Inteligência Artificial
- 17 Modelos Físicos e Matemáticos
- 18 Novas Tendências

Fusão, Refino e Solidificação

Lingotamento Contínuo de Aços – Módulo Placas

| Carga horária · 35h

Objetivo

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente das instalações e processos de Lingotamento Contínuo de Aços para operadores e especialistas que necessitem complementar e aperfeiçoar seus conhecimentos, bem como propiciar contato com um corpo docente sênior nas diversas especialidades relacionadas com o tema.

Programa

- 1 Introdução
- 2 Saúde e Segurança Ocupacional - Aspectos Técnicos e Operacionais
- 3 Refino Primário e Secundário do Aço
- 4 Transporte e transferência do aço
- 5 Distribuidor
- 6 Molde: Resfriamento Primário
- 7 Transferência de Calor, Solidificação e Microestrutura no LC
- 8 Fluxantes
- 9 Agitação Eletromagnética
- 10 Resfriamento Secundário
- 11 Tensões e Deformações
- 12 Soft Reduction/Dynamic Soft Reduction
- 13 Defeitos em Placas
- 14 Automação e Controle do Processo
- 15 Inteligência Artificial
- 16 Modelos Físicos e Matemáticos
- 17 Desenvolvimento de Aços no LC
- 18 Novas Tendências

Fusão, Refino e Solidificação

Operação de Fornos Elétricos a Arco

 Carga horária · 25h

Objetivo

A tendência de crescimento na utilização de Fornos Elétricos a Arco é evidente. Seja pelo aumento de uso de sucata acompanhando crescimentos econômicos regionais, como também se destacam como os equipamentos fundamentais em todas as rotas alternativas para as siderúrgicas de baixa emissão de carbono à base de minério. Este curso tem como objetivo fornecer os conhecimentos básicos sobre o equipamento, suas evoluções tecnológicas e principalmente os aspectos práticos para a correta Operação dos Fornos Elétricos a Arco. Serão abordados aspectos fundamentais e operacionais a partir da preparação da carga metálica, sistemas elétricos, metalurgia do processo, refratários, elementos refrigerados, energia química, ciclo de operação e impacto ambiental por especialistas com ampla vivência prática.

Programa

1 Introdução / Equipamentos - Características Gerais

- 1.1 Conceitos – Parte Elétrica
- 1.2 Principais Componentes – Parte Mecânica
- 1.3 Evolução Tecnológica das Aciarias
- 1.4 Produção de aço em FEA – Tendências

2 Preparação do FEA

- 2.1 Objetivos
- 2.2 Tipos de Insumos Metálicos
- 2.3 Equipamentos para Processamento e Industrialização de Sucatas
- 2.4 Preparação do Cesto de Metálicos

3 Circuito Elétrico

- 3.1 Sistema de Alimentação Elétrica
- 3.2 Equipamentos de Média Tensão
- 3.3 Circuito de Altas Correntes / Testes de curto-circuito
- 3.4 Sistemas de Regulação de Eletrodos
- 3.5 Aspectos de Segurança, Práticas e Recomendações

4 Carcaça do FEA - Elementos Refrigerados

- 4.1 O que são "Elementos Refrigerados" do FEA?
- 4.2 Painéis Refrigerados da Carcaça Superior do FEA

- 4.3 Painéis Refrigerados da Abóbada do FEA

- 4.4 Dutos Refrigerados

- 4.5 Programas de Manutenção e Controle de Vida Útil

- 4.6 Principais Modos de Falhas e Situações de Emergência

- 4.7 Aspectos de Segurança, Práticas e Recomendações

5 Metalurgia do Processo

- 5.1 Controle dos Principais Elementos (P, S, N, H)

- 5.2 Principais Reações e Formação de Escória

- 5.3 Balanço Térmico – Energias

6 Refratários

- 6.1 Conceitos de Refratários

- 6.2 Classificação de Refratários do FEA

- 6.3 Aplicação dos Refratários

- 6.4 Aspectos de Segurança

- 6.5 Práticas e recomendações

7 Energia Química

- 7.1 Histórico da evolução do uso do FEA

- 7.2 Novos "designs" de FEA / "redução das perdas térmicas"

- 7.3 Métodos clássicos de introdução de energia química no FEA

Fusão, Refino e Solidificação

Operação de Fornos Elétricos a Arco (continuação)

Programa

- 7.4 Uso de Escória espumante
- 7.5 Histórico da Evolução do uso de O₂ no FEA
- 7.6 Fatores relevantes na operação do FEA
- 7.7 Novas tecnologias para introduzir energia química no FEA

8 Eletrodos de Grafite

- 8.1 Características Gerais
- 8.2 Transporte e Manuseio dos Eletrodos
- 8.3 Montagem dos Eletrodos no FEA
- 8.4 Consumo de Eletrodos (sublimação, oxidação, pontas, quebras, etc.)
- 8.5 Aspectos de Segurança, Práticas e Recomendações

9 Ciclo de Operação

- 9.1 Preparação do FEA (canal de vazamento/ inspeção interna)

- 9.2 Carregamento da Sucata (posicionamento da ponte rolante)
- 9.3 Programa de Fusão/ Programa de Potência / Controle do Arco Voltaico
- 9.4 Fases do Processo de Fusão (Ignição e Perfuração/ Fusão e Sobreaquecimento)
- 9.5 Escória Espumante/ Escória do FEA
- 9.6 Amostragem / Adições de Fe Ligas/ Vazamento do FEA
- 9.7 Preparação da Corrida para o Refino Secundário
- 10 Sistema de Despoeiramento (Meio Ambiente)**
 - 10.1 Emissões Atmosféricas Geradas no FEA
 - 10.2 Captação Direta/ Sistema Secundário
 - 10.3 Tecnologias de Sistema de Despoeiramento em FEA
 - 10.4 Práticas de Dimensionamento
 - 10.5 Aspectos de Operação e Manutenção

Fusão, Refino e Solidificação

Pré-tratamento de Gusa

 Carga horária · 32h

Objetivo

Oferecer uma visão aprofundada dos processos de pré-tratamento do gusa e de técnicas de controle que permitem operar tais processos de forma a maximizar os resultados

Programa

1 Termodinâmica aplicada ao pré-tratamento de ferro-gusa

- 1.1 Conceitos fundamentais
 - 1.1.1 Mol
 - 1.1.2 Lei do gás ideal
 - 1.1.3 Estequiometria das reações químicas
 - 1.1.4 Balanços de massa
- 1.2 Primeira Lei da Termodinâmica (balanço térmico)
 - 1.2.1 Definição e utilização de entalpia
 - 1.2.2 Primeira Lei da Termodinâmica
- 1.3 Equilíbrio químico
 - 1.3.1 Segunda Lei da Termodinâmica
 - 1.3.2 Conceito de energia livre e energia livre padrão
 - 1.3.3 Cálculo de energia livre padrão
 - 1.3.4 Energia livre em equilíbrios gasosos
 - 1.3.5 Energia livre para fases condensadas puras e gases
 - 1.3.6 Potencial de oxigênio
- 1.4 Soluções metalúrgicas
 - 1.4.1 Solução: definição
 - 1.4.2 Solução ideal: Lei de Raoult
 - 1.4.3 Soluções não ideais
 - 1.4.4 Aplicação em processos de pré-tratamento de ferro-gusa

2 Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos

- 2.1 Aspectos termodinâmicos e cinéticos ligados aos tratamentos de dessulfuração de gusa
 - 2.1.1 Considerações gerais sobre a dessulfuração de gusa

- 2.1.2 Dessulfuração em carros-torpedo
- 2.1.3 Dessulfuração em painéis
- 2.1.4 Aspectos termodinâmicos ligados aos processos de dessulfuração
- 2.1.5 Aspectos cinéticos ligados aos processos de dessulfuração
- 2.2 Modelamento físico de processos
 - 2.2.1 Modelamento físico a frio
 - 2.2.2 Modelamento físico do processo CAI-Mg com lança rotativa
 - 2.2.3 Modelamento físico do carro-torpedo
 - 2.2.4 Modelamento físico a quente – transposição de resultados

3 Aspectos Operacionais da Dessulfuração

- 3.1 Histórico
- 3.2 Reações de dessulfuração
- 3.3 Processos de dessulfuração de gusa
 - 3.3.1 Dessulfuração em carros-torpedo
 - 3.3.2 Dessulfuração de gusa em painéis

4 Tratamentos de Desfosforação

- 4.1 Desfosforação de gusa
- 4.2 Dessiliciação do gusa
- 4.3 Processos de tratamentos de desfosforação de gusa
 - 4.3.1 Desfosforação em carros-torpedo
 - 4.3.2 Desfosforação em painéis
 - 4.3.3 Desfosforação em convertedor
 - 4.3.4 Dupla-escória em convertedor
 - 4.3.5 Controle de sopro em convertedor

Fusão, Refino e Solidificação

Refino Primário dos Aços – Convertedores a Oxigênio

 Carga horária · 25h

Objetivo

Apresentar as principais etapas do Refino Primário dos Aços considerando aspectos operacionais, matérias-primas, equipamentos principais e periféricos e conceitos que suportam os modelos de cálculo.

Programa

- 1 Matérias-primas utilizadas
- 2 Pré-tratamento do gusa líquido
- 3 Etapas da produção de aço
- 4 Operações do refino de aço
- 5 Reações durante o refino de aço
- 6 Controle de processo estático
- 7 Controle de processo dinâmico – sublança
- 8 Controle de processo dinâmico – gás de exaustão
- 9 Escórias
- 10 Vazamento de aço do convertedor
- 11 Lança de oxigênio
- 12 Sopro combinado
- 13 Controle ambiental no convertedor
- 14 Sublança (equipamentos e medições)
- 15 Protocolos ESG e redução de emissões de carbono na aciaria

Fusão, Refino e Solidificação

Refino Secundário dos Aços – Fundamentos e Aspectos Operacionais Críticos

| Carga horária · 26h

Objetivo

Atualizar e capacitar o público-alvo sobre os Fundamentos e Aspectos Operacionais Críticos da área de Refino Secundário, calcados em experiência prática operacional consolidada, abordando os seguintes conceitos e fundamentos: limpidez dos aços (clean steel); qualidade da escória; aspectos essenciais de equipamentos; tecnologias e instrumental de medição; análise comparativa dos processos de aquecimento elétrico e químico do aço líquido; entendimento dos aspectos críticos de agitação, adição de ligas, tratamento com cálcio, homogeneidade química e amostragem do aço líquido; gestão de refratários; temperatura e sincronismo da aciaria; rotas de produção e características dos aços comuns e avançados atuais; e aspectos essenciais que devem ser considerados na análise de viabilidade de implantação de tecnologias de refino secundário dos aços.

Programa

- 1 Aspectos fundamentais da área de refino primário (interface com refino secundário)
- 2 Equipamentos instrumentais importantes para a boa gestão do processo de refino: lanças de medição de temperatura e teor de oxigênio; sensores de oxigênio e hidrogênio; analisadores de gás; balanças etc.
- 3 Processos de agitação do aço líquido / Adição de ligas / Homogeneidade química
- 4 Procedimentos de amostragem do aço líquido
- 5 Processo de desoxidação do aço líquido
- 6 Processos de aquecimento do aço líquido: químico x elétrico
- 7 Processo de tratamento com cálcio
- 8 Conceitos de limpidez do aço líquido / Engenharia de inclusões / Clean Steel
- 9 Gerenciamento da qualidade da escória
- 10 Processos de Refino Secundário dos Aços / Aspectos positivos e negativos de cada tecnologia
- 11 Fundamentos do tratamento do aço sob vácuo
- 12 Aspectos relevantes do tratamento do aço nos equipamentos FP (Forno Panela), IRUT/CAS-OB
- 13 Gestão de refratários na área de refino secundário
- 14 Sistema de controle térmico da aciaria / Gestão da temperatura do aço líquido
- 15 Sistema de sincronismo da aciaria
- 16 Características dos principais tipos de aços produzidos na área de refino secundário
- 17 Aços com baixos teores de P, S, H, N, O: discussão de tecnologia e rota operacional aplicáveis
- 18 Aspectos principais de uma análise de viabilidade de implantação de tecnologias de refino secundário

Fusão, Refino e Solidificação

Refratários para Siderurgia – Módulo Redução e Módulo Aciaria

| Carga horária · 60h

Objetivo

O curso tem como objetivo tornar o participante capaz de compreender a importância do refratário no contexto industrial siderúrgico, conhecer as suas propriedades, entender os seus mecanismos de desgaste, a tecnologia de manutenção e instalação, os seus processos de fabricação, as matérias-primas usadas, suas classificações, propriedades e aplicações.

Programa

- 1 Introdução, Propriedades e Mecanismos de Desgaste em Refratários
- 2 Matérias-Primas Refratárias
- 3 Fabricação de Refratários
- 4 Contratos / Manutenção / Instalação de Refratários
- 5 Fornos de Pelotização / Fornos de Sinterização
- 6 Coqueria Convencional e Heat Recovery
- 7 Altos-Fornos / Regeneradores
- 8 Massas de Tamponamento / Canais de Corrida de Altos-Fornos
- 9 Carro-torpedo, Panela de Gusa e Misturador de Gusa
- 10 Forno primário BOF/LD e periféricos
- 11 Forno primário FEA e periféricos
- 12 Refratários para Panela de Aço / Forno Panela e VOD
- 13 Refino secundário: RH / AHF, IR-UT e CAS-OB
- 14 Lingotamento contínuo: distribuidor / Controle de fluxo do aço
- 15 Fornos de reaquecimento / Decapagem, Galvanização e Recozimento

Fusão, Refino e Solidificação

Refratários para Siderurgia – Módulo Aciaria

 Carga horária · 44h

Objetivo

O curso tem como objetivo tornar o participante capaz de compreender a importância do refratário no contexto industrial siderúrgico, conhecer as suas propriedades, entender os seus mecanismos de desgaste, a tecnologia de manutenção e instalação, os seus processos de fabricação, as matérias-primas usadas, suas classificações, propriedades e aplicações.

Programa

- 1 Introdução, Propriedades e Mecanismos de Desgaste em Refratários
- 2 Matérias-Primas Refratárias
- 3 Fabricação de Refratários
- 4 Contratos / Manutenção / Instalação de Refratários
- 5 Carro-torpedo, Panela de Gusa e Misturador de Gusa
- 6 Forno primário BOF/LD e periféricos
- 7 Forno primário FEA e periféricos
- 8 Refratários para Panela de Aço / Forno Panela e VOD
- 9 Refino secundário: RH / AHF, IR-UT e CAS-OB
- 10 Lingotamento contínuo: distribuidor / Controle de fluxo do aço
- 11 Fornos de reaquecimento / Decapagem, Galvanização e Recozimento

Fusão, Refino e Solidificação

Refratários para Siderurgia – Módulo Redução

 Carga horária · 36h

Objetivo

O curso tem como objetivo tornar o participante capaz de compreender a importância do refratário no contexto industrial siderúrgico, conhecer as suas propriedades, entender os seus mecanismos de desgaste, a tecnologia de manutenção e instalação, os seus processos de fabricação, as matérias-primas usadas, suas classificações, propriedades e aplicações.

Programa

- 1 Introdução, Propriedades e Mecanismos de Desgaste em Refratários
- 2 Matérias-Primas Refratárias
- 3 Fabricação de Refratários
- 4 Contratos / Manutenção / Instalação de Refratários
- 5 Fornos de Pelotização / Fornos de Sinterização
- 6 Coqueria Convencional e Heat Recovery
- 7 Altos-Fornos / Regeneradores
- 8 Massas de Tamponamento / Canais de Corrida de Altos-Fornos
- 9 Carro-torpedo, Panela de Gusa e Misturador de Gusa



ÁREA DE CONHECIMENTO

Manutenção e Engenharia de Projetos

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Manutenção e Engenharia de Projetos

Inspeção em Vasos de Pressão e Caldeiras – NR13

Carga horária · 26h

Objetivo

Fornecer aos participantes: as principais características construtivas dos equipamentos; principais normas técnicas de projeto; cálculo da espessura mínima e PMTA; principais normas técnicas de inspeção; metodologia para elaborar um plano de inspeção; como calcular a vida remanescente e intervalo de inspeção; determinação dos locais, extensão e métodos de inspeção; seleção dos ensaios não destrutivos, com base nos mecanismos de danos; análise qualitativa e quantitativa das deteriorações observadas; identificar os principais mecanismos de danos; principais procedimentos de manutenção descritos nas normas técnicas de pós-construção (PCC); registro da inspeção e reparos realizados; e atendimento aos requisitos legais descritos na NR13 para vasos de pressão e caldeiras.

Programa

1 Vasos de Pressão

- 1.1 Principais Componentes (API 572; NBIC-1)
- 1.2 Principais Variáveis de Projeto (ASME VIII div.1; NBIC-1)
- 1.3 Espessura Mínima e PMTA (ASME VIII div. 1)
- 1.4 Principais Materiais e Revestimentos (ASME III)
- 1.5 Principais END's usados em Vasos de Pressão e Caldeiras (apostilas ABENDI)
- 1.6 Tratamento Térmico (ASME VIII, div. 1; ASME PCC-2)
- 1.7 Conceito e Tipos de Inspeção (ABNT 15417; API 510; NBIC-2)
- 1.8 Principais Mecanismos de Danos em Vasos de Pressão (API 571; Guia IBP N02)
- 1.9 Locais, ferramentas e métodos de Inspeção (ABNT 15417; API 510; NBIC-2)
- 1.10 Cálculo da Vida Remanescente e Intervalo de Inspeção (API 510; NBIC-2)
- 1.11 Aplicação e Tipos de Testes (ASME PCC-2; API 510; NBIC-2)
- 1.12 Relatórios de Inspeção (ABNT 15417; NR13)
- 1.13 Aspectos Legais da Inspeção (ABNT 15417; NR13)
- 1.14 Análise de área com perda de espessura (API 579; API 510; ASME PCC-2)

1.15 Análise de trinca (API 579)

- 1.16 Principais Tipos de Reparos em Vasos de Pressão (ASME PCC-2; API 510; NBIC-3)

2 Caldeiras

- 2.1 Conceitos de vapor e caldeiras e Tipos de Caldeiras (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.2 Principais Componentes (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.3 Circulação da água e dos gases (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.4 Principais Mecanismos de Danos em Caldeiras (API 571; Guia IBP N02)
- 2.5 Tratamento da água em caldeiras (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.6 Locais, ferramentas e métodos de Inspeção (API 573; NBIC-2; Guia IBP N05)
- 2.7 Inspeção em Caldeiras, aplicação de ENDs e Testes (API 573; NBIC-2; Guia IBP N05)
- 2.8 Avaliação de Integridade (Guia IBP N05)
- 2.9 Relatórios de Inspeção (Guia IBP N05; NR13)
- 2.10 Aspectos Legais da Inspeção (NR13)
- 2.11 Principais Tipos de Reparos em Caldeiras (ASME PCC-2; NBIC-3)



ÁREA DE CONHECIMENTO

Materiais Cerâmicos, Compósitos e Poliméricos

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Materiais Cerâmicos, Compósitos e Poliméricos

Materiais Compósitos Poliméricos: Fundamentos, Tecnologia e Aplicação

Carga horária · 32h

Objetivo

Novos materiais assumem uma posição cada vez mais relevante no cenário dos materiais, oferecendo propriedades que muitas vezes não são conseguidas pelos materiais tradicionais de engenharia. Os compósitos poliméricos são uma classe de material que possui requisitos sempre considerados em projetos que buscam redução de peso, resistência química e elevada resistência mecânica e rigidez. No curso serão transmitidos conceitos e técnicas que permitirão uma maior familiaridade com o material e poderão colaborar na tomada de decisão em relação à utilização do material. Haverá aulas de laboratório para maior fixação de algumas das técnicas de fabricação de materiais compósitos

Programa

1 Introdução

2 Polímeros

2.1 Termoplásticos

2.2 Termofixos

2.3 Ligações moleculares

3 Matrizes poliméricas

3.1 Resinas poliéster insaturadas

3.2 Resinas éster vinílicas

3.3 Resinas epóxi

3.4 Cura de matrizes poliméricas

3.4.1 Mecanismo de cura de resinas poliéster e epóxi

4 Fibras

4.1 Fibra de vidro

4.2 Fibra aramida

4.3 Fibra de carbono

4.4 Forma de apresentação das fibras

5 Compósitos

5.1 Introdução

5.2 Definição de Material Compósito

5.3 Classificação dos Materiais Compósitos

5.4 Código de identificação de laminados

6 Propriedades físicas e mecânicas

6.1 Determinação da densidade de compósitos

6.1.1 Densidade teórica

6.1.2 Densidade real

6.1.3 Determinação das frações de massa de fibra e matriz

6.1.4 Determinação das frações volumétricas de fibra, matriz e poros.

6.2 Propriedades mecânicas

6.2.1 Laminados unidirecionais

6.2.2 Laminados com tecidos

6.2.3 Laminados com mantas

7 Caracterização mecânica

7.1 Introdução

7.2 Normalização dos ensaios

7.3 Classificação dos ensaios dos materiais

7.4 Conceito de algumas das principais propriedades obtidas em ensaio

7.5 Caracterização da fibra (roving)

7.6 Caracterização da matriz

7.7 Caracterização do compósito

8 Processos de Fabricação

8.1 Introdução

8.2 Forma de combinação dos materiais constituintes (fibra e matriz)

8.3 Agentes desmoldantes

8.4 Gel coat

8.5 Laminação por contato (hand lay-up)

8.6 Laminação por projeção (spray-up)

8.7 Enrolamento filamentar (filament winding)

8.8 Moldagem por prensagem

8.9 Moldagem por injeção

8.10 Moldagem a vácuo

8.11 Moldagem por injeção e vácuo

8.12 Infusão a vácuo

8.13 Pultrusão

9 Aula de Laboratório



ÁREA DE CONHECIMENTO

Mineração

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Mineração

Britagem e Peneiramento

 Carga horária · 16h

Objetivo

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalhem com esta especialidade, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o bom desempenho de sua função. Não serão estudados aspectos de engenharia mecânica tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes, o enfoque é totalmente de processos

Programa

BRITAGEM

1 Equipamentos

- 1.1 Britadores de mandíbula
- 1.2 Britadores da família dos giratórios
- 1.3 Tamanhos

2 Produtos de Britadores

- 2.1 Modelos matemáticos de distribuição granulométrica de produtos de britagem
- 2.2 Escalpe e operação em circuito fechado

3 WI de Britagem

4 Seleção de Britadores

- 4.1 Exercícios

5 Desgaste de Peças de Britadores

- 5.1 Exercícios sobre desgaste de britadores

6 Instalações

7 Operação

- 7.1 Lubrificação
- 7.2 Regulagem
- 7.3 Problemas operacionais
- 7.4 Projeto das mandíbulas
- 7.5 Prática operacional
- 7.6 Cubicidade das partículas
- 7.7 Controle automático de processo
- 7.8 Britagem em minas subterrâneas
- 7.9 Mineração subterrânea de carvão
- 7.10 Britagens móveis e semimóveis

8 Outros Tipos de Britadores e Moinhos

- 8.1 Classificação dos equipamentos de cominuição pela velocidade
- 8.2 Britador autógeno

8.3 Britadores de rolos

8.4 Equipamentos de alta velocidade

9 Britadores de Impacto

- 9.1 Construção e operação
- 9.2 Equipamentos encontrados no mercado

PENEIRAMENTO

1 Equipamentos

- 1.1 Peneiras e grelhas vibratórias
- 1.2 Peneiras e grelhas fixas
- 1.3 Peneiras rotativas
- 1.4 Outras peneiras
- 1.5 Características dos equipamentos
- 1.6 Movimento circular e retilíneo
- 1.7 Elementos construtivos

2 Dinâmica do Peneiramento

- 2.1 Comportamento coletivo do leito de partículas
- 2.2 Comportamento individual das partículas

3 Quantificação do Processo de Peneiramento

4 Tipos de Telas

5 Dimensionamento de Peneiras

6 Aspectos Operacionais

7 Revisão de conceitos básicos

- 7.1 Tamanhos e distribuições de tamanhos
- 7.2 Área específica (Blaine)
- 7.3 Umidade
- 7.4 Polpas
- 7.5 Balanços de massas e de água
- 7.6 Densidades

8 Exercícios

Mineração

Introdução à Geometalurgia

 Carga horária · 10h

Objetivo

O objetivo do curso é apresentar como a geometalurgia pode integrar as diferentes áreas da mineração para elevar o conhecimento sobre o depósito mineral e reduzir riscos. O participante irá entender quais são os principais indicadores-chave de performance e como a otimização de toda a cadeia de valor pode elevar o retorno econômico de um projeto.

Programa

1 Introdução

- 1.1 Conceito e objetivo
- 1.2 Overview: passado, presente, futuro
- 1.3 Abordagem dos programas de geometalurgia
- 1.4 Classificação dos programas de geometalurgia

2 Variáveis Geometalúrgicas

- 2.1 Variáveis geomecânicas
- 2.2 Variáveis de processo
- 2.3 Variáveis primárias e secundárias
- 2.4 Variáveis aditivas e não aditivas

3 Ensaio Geometalúrgicos

- 3.1 Ensaio completos
- 3.2 Ensaio simplificados
- 3.3 Relação entre ensaios
- 3.4 Exemplo numérico

4 Modelagem (Funções de Transformação)

- 4.1 Métodos de regressão
- 4.2 Conversão Elemento-Mineral
- 4.3 Agrupamento de litologias (clustering)
- 4.4 Aprendizado de máquina (machine learning)

5 Planejamento e Tomada de Decisão

- 5.1 Modelo de blocos geometalúrgico
- 5.2 Abordagens do planejamento
- 5.3 Valor econômico dos blocos
- 5.4 Modelo de produtividade

6 Aplicação Prática

- 6.1 Avaliação de banco de dados
- 6.2 Funções de transformação
- 6.3 Cálculo de valor econômico
- 6.4 Sequenciamento de lavra

Mineração

Peneiramento

 Carga horária · 16h

Objetivo

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalham com esta especialidade, mas não têm formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimo necessário para o bom desempenho de sua função

Programa

1 Introdução

- 1.1 Mineração e meio ambiente
- 1.2 Elementos da mineração
- 1.3 Fases da mineração
- 1.4 Fluxograma de tratamento de minérios

2 Cominuição

- 2.1 Princípios de cominuição
- 2.2 Objetivos da cominuição
- 2.3 Britagem
 - 2.3.1 Divisão da britagem
 - 2.3.2 Britadores
 - 2.3.3 Curvas granulométricas dos britadores
- 2.4 Instalações móveis e semimóveis
- 2.5 Moagem

3 Peneiramento

- 3.1 Introdução
- 3.2 Equipamentos
- 3.3 Ação da peneira
- 3.4 Comportamento das partículas
- 3.5 Tipos de equipamentos
- 3.6 Eficiência do peneiramento
 - 3.6.1 Dimensionamento dos equipamentos
- 3.7 Tipos de telas
 - 3.7.1 Telas em poliuretano
 - 3.7.2 Telas em aço
- 3.8 Balanço de massas e de água



ÁREA DE CONHECIMENTO

Moldes, Matrizes e Ferramentas

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

Moldes, Matrizes e Ferramentas

Tratamentos Térmicos e Superficiais dos Aços

 Carga horária · 16h

Objetivo

O curso objetiva fornecer aos participantes inicialmente os fundamentos metalúrgicos envolvidos nos principais processos de tratamentos térmicos e superficiais dos aços e em sequência apresentar as principais tecnologias com suas características, aplicações, microestruturas e a relação com propriedades e desempenho. Tópicos especiais sobre as principais tecnologias aplicadas aos Aços Inoxidáveis e Ferramentas serão abordados.

Programa

1 O Sistema Ferro-Carbono

- 1.1 Alotropia do ferro
- 1.2 Diagrama de fases Fe-Fe₃C
- 1.3 Efeito dos elementos de liga no sistema Fe-C

2 Transformações Fora do Equilíbrio

- 2.1 Curvas TTT e TRC
- 2.2 Transformações fora do equilíbrio
- 2.3 Transformação bainítica
- 2.4 Transformação martensítica
- 2.5 Temperabilidade
- 2.6 Métodos para determinação da temperabilidade
- 2.7 Conceito de tratamento térmico

3 Recozimento e Normalização

- 3.1 Recozimento pleno
- 3.2 Recozimento de esferoidização
- 3.3 Recozimento para alívio de tensões
- 3.4 Recozimento para recristalização

- 3.5 Recozimento de homogeneização

- 3.6 Normalização

4 Têmpera e Revenimento

- 4.1 Têmpera e Variação dimensional e de forma
- 4.2 Revenimento
- 4.3 Transformações no revenimento
- 4.4 Propriedades mecânicas no revenimento
- 4.5 Revenimento de aços ligados
- 4.6 Fragilização ao revenido

5 Austêmpera

6 Endurecimento por Precipitação

7 Tratamentos Superficiais

- 7.1 Cementação e Carbonitretação
- 7.2 Nitretação e Nitrocarburação
- 7.3 Revestimento PVD
- 7.4 Têmpera superficial